[illegible] 22

N° 416 1939 Jan.—Febr.

GEOLOGISKA FÖRENINGENS

I

STOCKHOLM

FÖRHANDLINGAR

BAND 61

HÄFTE 1.

Innehåll:

Sid.

Ledamotsförteckning 3

Publikationsbyte 14

Uppsatser: GEIJER, PER, The Paragenesis of Ludwigite in Swedish Iron Ores . . . 19

BACKLUND, H. G., Zur »Granitisationstheorie» nochmals 34

GRIP, ERLAND, Pitekonglomeratet och dess åldersställning 49

QUENSEL, PERCY, and GABRIELSON, OLOF, Minerals of the Varuträsk Pegmatite. XIV. The Tourmaline Group 63

ÖDMAN, OLOF H., The Gold-Copper-Arsenic Ore at Holmtjärn, Skellefte District, N. Sweden 91

CALDENIUS, CARL, Den förmodade israndsoscillationen i Gävletrakten . . 112

HÖGBOM, A., KARL SUNDBERG. In memoriam 123

Notis: SELLING, OLOF H., Berichtigung 132

Anmälanden och kritiker:

SANDEGREN, R., Om den s. k. svenska tidskalans förmodade riktighet . 133

CALDENIUS, C., Den förmodade finiglaciala israndsoscillationen i Gävletrakten. Slutord 137

HALLE, T., De utdöda växterna. Ref. av G. TROEDSSON 138

Mötet den 12 januari 1939: N. SUNDIUS: Berggrunden inom sydöstra delen av Stockholms skärgård 139

Mötet den 2 februari 1939: Förslag om exkursioner. H. v. ECKERMANN: De alkalina bergarternas genesis i belysning av nya forskningsrön från Alnön 142

Geolognytt 156

Författarna äro ensamma ansvariga för sina uppsatsers innehåll.

STOCKHOLM 1939
KUNGL. BOKTRYCKERIET. P. A. NORSTEDT & SÖNER
390060

Pris för detta häfte Kr. 5: —

EN GOD BILD

kompletterar texten och ger ökad åskådlighet åt innehållet.

Av stor vikt är därför att Edert bildmaterial gives det reproduktionsförfarande som är lämpligast.

Vi som ha mångårig erfarenhet och specialiserat oss på vetenskapliga arbeten kunna därför ge Eder det bästa rådet.

A.-B. KARTOGRAFISKA INSTITUTET
ESSELTE A.-B.

VASAGATAN 16
STOCKHOLM

Telefoner: Namnanrop: »Centraltryckeriet»
Kartredaktör M. Lundqvist 114150

Leitz

Optiska Instrument för mineralogi och petrografi.

Leica-Kameran — Projektionsapparater.

Paulins höjdmätare.

Generalagent för Leitz optiska instrument:

AXEL LUNDQVIST A.-B.
DROTTNINGGATAN 28 - STOCKHOLM

Obs! ändrad adress. Tel.: 10 87 30 — 21 01 81

GEOLOGISKA FÖRENINGENS

I

STOCKHOLM

FÖRHANDLINGAR

SEXTIOFÖRSTA BANDET

(ÅRGÅNGEN 1939)

STOCKHOLM 1939
KUNGL. BOKTRYCKERIET. P. A. NORSTEDT & SÖNER
390060

1127-5

GEOLOGISKA FÖRENINGEN

I

STOCKHOLM

Stiftad år 1871.

Ledamöter den 1 Jan. 1939.

Styrelse:

Direktör KARL SUNDBERG	Ordförande.
Docenten GUSTAF TROEDSSON	Sekreterare.
Fil. Dr K. E. SAHLSTRÖM	Skattmästare.
Statsgeologen RAGNAR SANDEGREN	
Docenten HARRY VON ECKERMANN	

Förste Ledamot:

H. K. H. KRONPRINSEN.

Korresponderande Ledamöter:

Anm. Siffrorna angiva årtalet för inval som Korresp. Ledamot.

dams, Frank D. Ph. Dr, Professor. 11	Montreal.
arrois, Ch. Professor. 11	Lille.
aly, R. Professor. 27	Cambridge, Mass. U.S.A.
lett, Sir John S. 31	London.
oldschmidt, V. M. Dr, Professor. 31	Oslo.
acroix, A. Dr, Professor. 16	Paris.
indgren, W. Professor. 14	Boston, Mass. U.S.A.
e Margerie, Emm. Professor. 31	Paris.
iggli, P. Professor. 27	Zürich.
alache, Charles. Professor. 35	Cambridge, Mass. U.S.A.
enck, Alb. Dr, Professor. 11	Berlin.
amdohr, Paul. Dr, Professor. 35	Berlin.
ogers, A. W. Dr. 31	Pretoria.
uedemann, Rudolf. Dr. 35	Albany N.Y. U.S.A.
amsonowicz, Jan. Dr, Professor. 35.	Lwów, Polen.
chneiderhöhn, H. Dr, Professor. 31	Freiburg in Br.
chuchert, Ch. Professor. 27	New Haven, Conn. U.S.A.
illey, Cecil Edgar. Professor. 37	Cambridge, England.
lrich, E. O. Dr. 27	Washington.
oodward, Sir Arthur Smith. Dr. 16	Haywards Heath.

Ledamöter:

Anm. 1. Tecknet * utmärker Ständiga Ledamöter (jfr stadgarna, § 8).
2. Siffrorna angiva årtalet då Ledamot i Föreningen inträtt.

Abenius, P. W. Fil. Dr, Rektor. 86	Röllså.
Ahlmann, H. W:son. Fil. Dr, Professor. 10. Stockh. Högskola	Stockholm 6.
Ahlström, Gösta, Fil. Mag., Läroverksadjunkt. 14	Borås.
Ahlström, N. Fil. Kand., Läroverksadjunkt. 19	Borås.
Alarik, A. L:son. Bergsingenjör, Disponent. 03	Sikfors.
*Alén, J. E. Fil. Dr, f. d. Stadskemist. 82	Göteborg.
Alexanderson, Sophie-L. Lärarinna. 12. Kvarntorp.	Roslags-Näsby.
Almström, G. Karl, Fil. Dr, Stadskemist. 22. Postgatan 6	Göteborg.
Alsén, N. Fil. Dr, Rektor. 19	Karlskrona.
Ambolt, Nils, Fil. Dr, Docent. 35	Lund.
Aminoff, G. Fil. Dr, Professor. 03. Riksmuseum	Stockholm 50.
Andersen, S. A. Dr phil. 26	Charlottenlund, Danmark
*Andersson, J. G. Fil. Dr, Professor. 91	Stockholm.
Anrick, C. J. Fil. Dr, Sekr. hos Sv. turistför. 16.	Stockholm 7.
Antevs, E. V. Fil. Dr. 14. The Corral, Globe	Arizona, U. S. A.
Arrhenius, O. Fil. Dr. 19. Gamla Haga	Stockholm.
Askelsson, Johannes, Cand. Mag., Adjunkt. 30. Post Box 942	Reykjavík.
*Asklund, B. Fil. Dr, Statsgeolog. 17	Stockholm 50.
Assarsson, G. Fil. Dr, e. o. Kemist v. Sv. geol. und. 20.	Stockholm 50.
*Backlund, H. G. Fil. Dr, Professor. 08	Uppsala.
Backman, A. L. Fil. Dr, Docent, Forstmästare. 15. St. Robertsgatan 25	Helsingfors.
Barkenberg, Axel, Bergsingenjör. 23	Stockholm 50.
*Benedicks, C. A. F. Fil. Dr, Prof. 95. Tegnérlunden 3	Stockholm.
Bengtsson, Axel O. Agronom. 26	Molkom.
*Bengtson, E. J. Fil. Kand., Bankdirektör. 06. Strandvägen 39	Stockholm.
Berg, C. B. Kammarskrivare. 30. Revisorsvägen 9	Enskede.
Bergdahl, Arvid, Fil. Mag., Läroverksadj. 26. Holmgatan 1	Karlskrona.
Berggren, E. Fil. Mag., Bergsingenjör, Disponent. 30	Dannemora.
Berggren, Thelma. Fil. Kand. 37. Bragevägen 21	Stockholm.
Bergman, Waldemar, Ingeniör. 36. Engården	Rättvik.
Bergsten, Karl Erik, Fil. Lic. 36. Geograf. Inst.	Lund.
Bergwall, Georgi, Bergsingenjör. 25. Orijärvi gruvor,	Kisko, Finland.
Beskow, Gunnar, Fil. Dr. 23	Stockholm 50.
Bexell, G. Fil. Stud. 27. Skepparegatan 90	Stockholm.
Bjurulf, S. J. Rektor. 38	Jönköping.
Björlykke, K. O. Fil. Dr, Prof. 00. Landbrugshöiskolen.	Aas, Norge.
Bodman, G. Fil. Dr, Professor. 18. Ch. tekn. inst.	Göteborg.

Bohlin, B. Fil. Dr, Docent. 21. Paleontologiska institutionen .... Uppsala.
*Booberg, G. Fil. Dr, Direktör. 19. Proefstation, Pasoeroean. Java.
*Borgström, L. H. Fil. Dr, Prof. 01. Museig. 3 Helsingfors.
Brander, Gunnar, Fil. Dr. 29.. Lojo Kalkverk AB. Gerknäs, Finland.
Brenner, Thord, Fil. Dr. 14. .... Grankulla, Finland.
Bring, G., Professor. 32. Tekn. Högsk. .... Stockholm.
Broddeson, Edward, Fil. Kand., Läroverksadj. 24 ... Örebro.
Brotzen, Fr. Dr. sc. nat. 38. Riksmuseum .... Stockholm 50.
Brouwer, H. A., Prof. Dr. 31. Nieuwe Prinsengracht 130 .... Amsterdam.
Brünnich-Nielsen, K. Dr. Phil., Överläkare. 18. Amagerbrogade 51 .... Köpenhamn.
Brögger, W. C. Fil. Dr, f. d. Professor. 75 .... Bakkelaget, Oslo.
Bugge, Arne, Fil. Dr, Bergsingeniör, Statsgeolog. 23. Kronprinsens gate 6 .... Oslo.
Bugge, Carl, Fil. Dr, Direktör för Norges geol. undersökelse. 21 .... Oslo.
Bygdén, A. O. B. Fil. Dr, Kemist v. Sv. geol. unders. 05 Stockholm 50.
Böggild, O. B. Professor. 21. Østervoldg. 7 .... Köpenhamn.
Bøgvad, Richard, Mag. scient. 32. Strandboulevard 84 Köpenhamn Ö.

Caldenius, C. Fil. Dr, Docent, Konsult. geolog. 08. Saltsjö-Duvnäs.
Callisen, Karen, Dr phil., Museiinspektör. 21. Østervoldgade 7 .... Köpenhamn.
*Carlborg, H. Kommerseråd. 10. Vikavägen 7 .... Ålsten.
Carlgren, M. Jägmästare. 14. Floragatan 7 .... Stockholm.
Carlson, Josef, Fil. Lic. 38. Erik Dahlbergsgatan 2 Lund.
Carlsson, J. G. Fil. Kand., Läroverksadj. 38. Högre Latinlärov. .... Göteborg.
Carstens, C. W. Cand. Min., Docent. 19. Saxenborg Trondhjem.
Claëson, G. Bergsingenjör. 11 .... Billesholms gruva.
Claesson, O. Folkskollärare. 19. Hackspettsvägen 12 Ålsten.
Cloos, Hans, Prof. Dr. 32. Nussallee 2 .... Bonn.
Collini, Bengt. Fil. Stud. 37. Salag. 29 A .... Uppsala.
Corp, S. O. Bergsingeniör. 32. K. M. S. H. Gl. Torv 22 .... Köpenhamn.
Correns, Carl W., Professor, Dr. 30. Wismarstr. 8 ... Rostock.
Croneborg, Nils, Bergsingeniör. 38 .... Herräng.
Cöster, Fredrik, Fil. Lic. 24. P. O. Mbeya .... Tanganyika Terr.

Dahlblom, L. E. T. f. d. Bergmästare. 90 .... Falun.
Dahlstedt, F. Fil. Lic. 10 .... Djursholm.
Dahlström, Elis, Fil. Kand. 21 .... Boliden.
Dalhammar, Sven, Bergsingeniör. 34 .... Fagersta.
De Geer, Ebba, Professorska. 08. Sveavägen 32 ... Stockholm.
De Geer, G. Frih., Fil. Dr, Prof. emeritus. 78. Geokronologiska institutet. Sveavägen 34—36 .... Stockholm.
Du Rietz, G. E. Fil. Dr, Professor. 14 .... Uppsala.
Du Rietz, T. Fil. Dr. 22. Rådmansgatan 19. .... Stockholm.

*von Eckermann, Harry, Fil. Dr, Bergsingenjör, Docent. 20. *Styrelseledamot.* Skepparegatan 66 ...... Stockholm.
Edde, Edvin, Ingenjör. 34. Högfors bruk. .... Silverhöjden.
Edman, Erik, Fil. Kand. 36. Nybrogatan 76 .... Stockholm.
Edström, Axel S. Kanslichef. 23. Skansen .... Stockholm.
Eklund, Josef, e. o. Geolog v. Sv. geol. unders. 19 Stockholm 50.
Eklund, Olof. Bergsingenjör. 35. Grönlands Styrelse Köpenhamn.
*Ekström, G. Fil. Dr, Docent, Statsgeolog. 14 .... Stockholm 50.
Elvius, Sven, Lektor. 30. Elektrotekniska Fackskolan Västerås.
Enberg, Christer. Fil. Kand., Laboratoriechef. 31. A.-B. Iföverken .... Bromölla.
Eneroth, Olof, Professor. 30. Skogshögskolan ...... Experimentalfältet.
Engberg, H. Fil. Lic., Läroverksadjunkt. 16. Essinge Högväg 30 .... Essingen.
Enquist, F. Fil. Dr, Professor. 05 .... Göteborg.
*Envall, E. G. Fil. Kand., Läroverksadjunkt. 12 ..... Örnsköldsvik.
Erdtman, G. Fil. Dr, Lektor. 18 .... Västerås.
Eriksson, Hjalmar, Disponent. 24 .... Sköldinge.
*Eskola, P. Fil. Dr, Professor. 10. Univ. Min.-geol. inst. Helsingfors

Fægri, Knut, Fil. Dr. 33. Bergens Museum ...... Bergen.
*Fellenius, Wolmar, Professor. 20. Valhallavägen 66. Stockholm.
von Fieandt, A. Fil. Kand., Ingenjör. 11. Engelbrektsgatan 30 .... Falun.
*Fischer, H. Oberdirektor. 00 .... Freiberg.
Flensburg, V. P. Ingenjör. 12. Söderg. 26 .... Malmö.
Flodkvist, Herman, Professor. 20. Kungsgatan 65 Uppsala.
Florin, R. Fil. Dr, Docent. 19. Riksmuseum .... Stockholm 50.
*Forsberg, Axel, Direktör. 21 .... Stockholm.
Foslie, Steinar, Statsgeolog. 26. Kronprinsens gate 4 Oslo.
Frendin, Harald, Fil. Mag., Läroverksadj. 30 .... Borlänge.
*Fridborn, D. Fil. Kand., Lantbrukare. 12. Fågelö Torsö.
Fritjofsson, H. Fil. Kand. 19. Ytterlännäs .... Bollstabruk.
Fromm, Erik, Amanuens. 34. Stockh. Högsk. ...... Stockholm 6.
Frödin, John, Fil. Dr, Professor. 10 .... Uppsala.
Fröman, K. G. L. Fil. Kand., Gruvgeol. 17. Bergslaget Falun.
Funkquist, H. Fil. Dr, Professor. 10. Storg. 51 .... Ängelholm.

Gabrielson, Olof, Amanuens. 34. Nockebyvägen 17 Ålsten.
Gams, H., Dr phil., Professor. 24. Botanisches Inst. Innsbruck Hötting.
Gavelin, Axel, Fil. Dr, Överdirektör o. Chef f. Sv. geol. unders. 98 .... Stockholm 50.
*Gavelin, Sven, Fil. Lic., e. o. Geolog. 30 .... Stockholm 50.
*Geijer, P. A. Fil. Dr, Professor. 05. .... Djursholm.
Gerassimow, D. A. Dr, Torfgeol. 25. Trubnaja Strasse 25, Quart. 52 .... Moskwa.
Gertz, O. D. Fil. Dr, Docent, Lektor. 10 .... Lund.
Gobom, Nils, Bibliotekarie. 29. Stiftsbiblioteket ... Linköping.
Goldkuhl, Algot, Disponent, Bergsingenjör. 29 ...... Hedemora.
Granström, C. G. Bergsingenjör, Direktör. 10 ...... Grängesberg.

Grip, Erland, Fil. Lic. 29.	Boliden.
Grönwall, K. A. Fil. Dr, Professor emeritus. 92	Lund.
Gumælius, T. H. Disponent. 97. Karlaplan 7	Stockholm.
Gummeson, P. E. Bergsingenjör, Direktör. 18	Höganäs.
Gustafsson, J. P. Hemmansägare. 99	Näsbykulla.
Haarmann, E. Dr. Prof. 25. Am Park 12	Berlin-Schöneberg.
*Hackman, V. Fil. Dr, Professor. 92. Parkgatan 5	Helsingfors.
*Hadding, A. R. Fil. Dr, Professor. 10	Lund.
*Hagerman, Tor, Fil. Dr. 22. Statens provningsanst.	Stockholm.
Halden, B. E. Fil. Dr, Docent, Lekt. v. Skogshögskolan. 12	Experimentalfältet.
Hallberg, E. G. Fil. Kand., Gruving. v. Bergsstaten. 92	Falun.
Halle, T. G. Fil. Dr, Professor. 05. Riksmuseum	Stockholm 50.
Hallin, Ewald, Fil. Mag. 34.	Askersund.
Hansen, Kay, Dr. phil. 38. Gammeltoftgade 16	Köpenhamn.
Hansen, Sigurd, Cand. mag., Statsgeolog. 25. Vestervang. 18	Köpenhamn-Valby.
Hansson, S. Köpman. 03. Valevägen 27	Djursholm 2.
Hausen, H. Fil. Dr, Professor. 10. Åbo Akademi.	Åbo.
Hede, J. E. Fil. Dr, Docent. 12	Lund.
Hedendahl, Elof, Disponent. 34.	Herräng.
Hedin, Sven, Fil. Dr, Geograf. 87. N. Mälarstrand 66	Stockholm.
Hedlund, A. F. Bergmästare. 01	Ramlösa.
Hedström, Helmer, Bergsingeniör, 31. A.-B. Elektrisk Malmletn. Kungsgatan 44	Stockholm C.
Hedström, H. Fil. Dr, f. d. Statsgeolog. 88	Djursholm.
*Hemming, T. A. O. Ingenjör. 06	Mellerud.
Hesse, G. A. Jürgen, 36	Hedemora.
Hesselman, H. Fil. Dr, Professor. Förest. för Statens Skogsförsöksanstalt. 07	Djursholm.
*Hjelmqvist, Sven, Fil. Dr, Docent. e. o. Geolog. 27	Stockholm 50.
Hjulström, Filip, Fil. Dr, Docent. 30. Geograf. Inst.	Uppsala.
Hoel, A. Cand. real., Docent. 09. Min.-geol. mus.	Oslo.
Hofman-Bang, O. Fil. Dr, Professor. 02	Ultuna, Uppsala.
Holgersson, Sven, Fil. Dr, Docent. 27. Belev. 12	Lidingö 1.
Holmquist, P. J. Fil. Dr, Prof. 91	Djursholm.
Holmsen, G. Fil. Dr, Statsgeolog. 17. Vettakollen	Oslo.
Holtedahl, O. Fil. Dr, Prof. 17. Univ. min. mus.	Oslo.
Hultman, Elov, Ingenjör. 23	Roslags-Näsby.
Hybinette, Anna-Greta. Fil. Kand. 37. Torsg. 22	Stockholm.
Hyyppä, Esa, Docent. 34. Boulevardsg. 29	Helsingfors.
Hägg, R. Fil. Lic., Museiassistent. 00. Riksmuseum	Stockholm 50.
Högbom, Alvar, Fil. Dr, Statsgeolog. 15	Stockholm 50.
Högbom, A. G. Fil. Dr, Professor emeritus. 81	Uppsala.
Högbom, Bertil, Fil. Dr. 10. Moltkestrasse 3	Berlin NW.
Högbom, Ivar, Fil. Dr, Professor. 18. N. Mälarstrand 66	Stockholm.
*Hörner, N. G. Fil. Dr, Docent. 18. Sysslomansg. 31	Uppsala.

Ingmar, Ernst, Läroverksadj. 32. Wallingatan 9 ...... Uppsala.
Isberg, Orvar, Fil. Dr., Lektor. 14. Igelkottsvägen 14 Äppelviken.
Ising, Gustaf, Fil. Dr., Professor. 37 ...... Djursholm 2.
Israelsson, Bertil, Ingenjör. 38 ...... Laver.
Iversen, Johannes, Dr. phil., Avdelingsgeolog. 33 Charlottenlund, Danmark.

Jarvik, Erik, Fil. Lic., e. o. Assistent. 35. Riksmuseum Stockholm 50.
Jensen, Alexander, Stud. 34. Tekn. Högsk. ...... Stockholm.
*Jessen, A. Cand. Polyt., Statsgeol. 92 ...... Charlottenlund, Danmark.
Jessen, K. Dr phil., Professor. 14. Botanisk Have Köpenhamn.
Johansson, Bertil, Ingenjör. 26. A.-B. Elektrisk Malmletn. Kungsg. 44 ...... Stockholm C.
Johansson, Eva, Lärarinna. 34. Målgatan 3 ...... Råsunda.
Johansson, Ivar, Fil. Mag., Amanuens. 38. Geol. Inst. Uppsala.
Johansson, Karl S. Bergsingenjör. 35. Yxsjö gruvor Nittkvarn.
Johansson, Simon, Fil. Dr, Statsgeolog. 11 ...... Stockholm 50.
Johnson, Nils, Civilingenjör. 38. G:a Brogatan 32 Stockholm.
Jonasson, Olof. Fil. Dr, Docent. 24. Parkudden, Keillers Park ...... Göteborg.
Jonson, P. A. Bergsingenjör, Direktör. 97 ...... Falun.

*Kallenberg, Sten, Fil. Dr, Lektor. 08. Manillagatan 18 ...... Örebro.
Kanerva, Ilmari, Diploming., Fil. Kand. 29. Kangasala, Lepokoti ...... Finland.
Karlsson-Ygger, Albert. Ingenjör. 37. Ahrens Mek. Verkst., Alströmerg. 20 ...... Stockholm.
*Kaudern, W. Fil. Dr. 08. Göteborgs Museum ...... Göteborg.
Keilhack, K. Fil. Dr, Professor. 84. Binger-Strasse 59 Berlin-Wilmersdorf.
Keller, Paul, Dr, Direktor. 28. Institut Humboldt ...... Bern, Schweiz.
Kempe, J. Disponent. 07 ...... Idkerberget.
Kempff, S. Statens Lantbruksingenjör. 96 ...... Umeå.
Kihlstedt, F. Hj. Bergsingenjör. 23. Manila P. O. Box 626 ...... Philippine Islands.
*Kleen, N. Civilingenjör. 93 ...... Valinge, Jönåker.
Klementsson, Arne, Fil. Stud. 38. Geol. Inst. ...... Lund.
Koch, Lauge, Dr, Forskningsresande. 24. Dreyers vej 12 ...... Rungsted Kyst, Danmark.
Kolderup, C. F. Fil. Dr, Professor. 15 ...... Bergen.
Kolderup, N. H. Fil. Dr, Amanuens. 21. Museum Bergen.
Kollert, Rudolf, Bergsingenjör. 38. A.B. Elektrisk Malmletn. Kungsg. 44 ...... Stockholm C.
Kolmodin, Gustaf, Jägmästare. 36. ...... Orsa.
Kranck, E. H. Fil. Dr, Professor. 27. Skeppareg. 4 Helsingfors.
Krantz, J. E. Disponent. 99. Disavägen 3 ...... Djursholm.
Krause, P. G. Fil. Dr, Prof. 11. Bismarckstr. 27 ...... Eberswalde.
Krokström, Torsten, Fil. Dr, Docent. 26. Geol. Inst. Uppsala.
Kulling, Oscar. Fil. Dr, Docent, e. o. Geolog. 23. Östermalmsg. 44 ...... Stockholm.
Köhler, Alex. Dr. phil., Prof. 20. Min. Inst. Univ. Wien I.

Lagerhjelm, P., Bergsingeniör. 36 ... Finspång.
*Lagrelius, A. Fil. Dr, Ingenjör, Överintendent. 03. Sköldungagatan 3 ... Stockholm.
Laitakari, Aarne. Fil. Dr, Prof., Chef för Geol. Komm. 14. Helsingfors.
Landergren, Sture, Fil. Kand. 23. Palmbladsvägen 4 Fredhäll ... Stockholm.
Larsen, Hj. A. Fil. Lic., Amanuens. 23. Järntorget 55 Stockholm.
Larsson, Carl, Assistent. 38. Sv. geol. unders. ... Stockholm 50.
Larsson, Walter, Fil. Lic. 34. Geol. Inst. ... Uppsala.
Lehmann, E., Dr, Professor. 38. Ludwigstrasse 23 ... Giessen, Tyskland.
*Lehmann, J. Fil. Dr, Professor. 86 ... Kiel.
Lidén, R. Fil. Lic. 06. Statens Järnv. geotekn. avd. Stockholm.
Lindblom, E. D. Civilingenjör. 26. Grönviksvägen 135 Nockeby.
Lindgren, Åke, Ingenjör. 38. Vegagatan ... Borås.
Lindquist, Bertil, Fil. Dr, Docent. 31. Skogshögskolan Experimentalfältet.
Lindquist, O. Bergsingenjör. 38. Sv. Diamantbergborrn. A.B. Kungsg. 44 ... Stockholm C.
Lindqvist, S. Fil. Dr, Professor. 10 ... Uppsala.
Lindroth, G. Fil. Dr, Disponent. 12 ... Bispberg.
Ljungdahl, Gustaf, Fil. Dr, Förste Aktuarie. 35. K. Sjökarteverket ... Stockholm.
Ljungner, Erik, Fil. Dr, Docent. 20. Börjegatan 19 Uppsala.
Looström, A. R. Fil. Lic., Assistent. 06. Tekn. högsk. Stockholm.
Lundberg, H. Bergsingenjör. 18. 604 Victory Building, 80 Richmond str. W. ... Toronto, Canada.
Lundberg, S. E. Bergsing., Verkst. Dir. 19. Reymersholms Gamla Industri A.B. ... Hälsingborg.
Lundblad, Karl, Civilingenjör. 24. Sv. Mosskulturfören. Jönköping.
Lundegren, Alf, Fil. Dr. 28. Folkhögskolan ... Malung.
*Lundqvist, E. Disponent. 16. Bergslaget ... Falun.
*Lundqvist, G. Fil. Dr, Statsgeolog. 17 ... Stockholm 50.
Lundqvist, M. Kartredaktör. 19. A.-B. Kartografiska Institutet, Vasagatan 16 ... Stockholm.
Lupander, Kurt, Fil. Mag. 29. Mariegatan 21 A ... Helsingfors.
Lönnberg, Egil, Fil. Lic. Intendent. 26 ... Jönköping.
Löwenhielm, H. Bergsingenjör. 12. Långnäs ... Tjärnäs.

*Madsen, V. Fil. Dr, f. d. Direktör för Danmarks Geol. Unders. 89. Østervoldgade 7 ... Köpenhamn.
Magnusson, J. Herman, Ingenjör, Disponent. 21 ... Katrineholm.
*Magnusson, N. Fil. Dr, Docent, Statsgeolog. 17 ... Stockholm 50.
Malmquist, David, Fil. Lic. 26. Bolidens Gruv A.B. Stockholm.
Malmström, C. Fil. Dr, Docent. 10. Sturegatan 52 ... Stockholm.
Mannerfelt, C. M:son, Fil. Kand. 38. Holländaregatan 34 ... Stockholm.
Martin, L. O. Teknolog. 33. Tekn. Högsk. ... Stockholm.
Matton, Carl M. Civiling. 34. Sv. Diamantbergborrn. A.-B. Kungsgatan 44 ... Stockholm C.
Meier, Otto, Dr. Phil. 20. A.B. Elektrisk Malmletn. Kungsg. 44 ... Stockholm C.

Mellis, Otto. Priv. Doz. 37. L. U. Mineralogijas inst. Kronvalda bulv. 4	Riga.
*Miers, Sir Henry A. Vice Chancellor of University. 94 18 Aberdare Gardens, West Hampstead	London, N. W. 6.
*Milthers, V. Cand. polyt., f. d. Statsgeol. 98. Jernbane Alle 66	Köpenhamn-Vanløse.
Mogensen, Fredrik, Bergsingenjör. 25	Ludvika.
Mohrén, Erik, Fil. Lic., Amanuens. 32. Geol. Inst.	Lund.
Molin, Kurt, Fil. Dr, Lektor. 34	Örebro.
Mossberg, K. E. Bergsingenjör. 03	Ludvika.
Munck, Solveig. Mag. scient. 32. Østervoldg. 7	Köpenhamn.
Munthe, H. V. Fil. Dr, Professor, f. d. Statsgeolog. 86	Djursholm 2.
von zur Mühlen, L. Fil. Dr, Professor. 15. Geol. Inst. der Techn. Hochschule. Berlinerstrasse 170 72	Berlin-Charlottenburg.
Mårtenson, S. Fil. Kand., Rektor. 06. Folkskoleseminariet	Lund.
Mäkinen, E. Fil. Dr. 11	Outukompu, Finland.
Mörtsell, Sture, Bergsingenjör. 20. Bolidens Gruv-A B.	Skelleftehamn.

*Nachmanson, A. Direktör. 16. Kungsträdgårdsg. 10	Stockholm.
Nannes, G. Fil. Dr. Direktör. 96. Svarttorp	Järna.
Nauckhoff, S. Överingenjör. 17.	Gyttorp
Nelson, H. Fil. Dr, Professor. 10	Lund.
Nilsson, Erik, Fil. Dr, Folkhögskollärare. 22	Västerhaninge.
Nilsson, M. Ingenjör. 29. Skånska Cement	Limhamn.
Nilsson, Ragnar, Postassistent. 20. Stallmästaregatan 3 B^{II}	Malmö.
Nilsson, Tage. Fil. Dr. 27. Samskolan	Djursholm.
*Nisser, W. Fil. Kand., Disponent. 05	Grycksbo
*Nobel, L. Ingenjör. 99	Djursholm.
Noe-Nygaard, Arne. Dr phil. 31. Østervoldg. 7	Köbenhamn.
Nordenskjöld, I. Fil. Dr, Lektor. 98	Borås.
Nordhagen, Rolf, Professor. 20. Museum	Bergen.
Nordquist, P. Länsveterinär. 37	Mora.
Nordquist, Sigfrid, Fil. Mag. 19. Kungbäcksvägen 5	Gävle.
Nordström, Allan, Bergsingenjör. 24. A. B. Elektrisk Malmletn., Kungsgatan 44	Stockholm C.
Norelius, O. f. d. Bergmästare. 86	Äppelviken.
Norin, Erik. Fil. Dr, Docent. 14. Geol. Inst.	Lund.
Norin, Rolf, Fil. Dr, Docent. 29	Höganäs.
Norström, Edvard, Bergsingenjör. 25. A.-B. Elektrisk Malmletn. Kungsgatan 44	Stockholm C.
Nyberg, Viktor, Fil. Kand. Läroverksadj. 31	Hälsingborg.
Nybom, Fr. Ingenjör. 99	Lindesberg.
Nyström, E. Fil. Dr, Professor. 19. 2 Tung Changan Ave.	Peiping, Kina.

Odhner, N. Fil. Dr, Museiassistent. 10. Riksmuseum	Stockholm 50.
Oldevig, H. Fil. Lic. 18. N. Ågatan 7	Göteborg.
Olsson, J. Förste byråingenjör. 15. Tre liljors plan 1	Stockholm.

Ording, Asbjörn, Forstkandidat. 34 .... Aas, Norge.
Orton, B. Bergsingenjör. 03 .... Stocksund.
Osvald, H. Fil. Dr, Professor. 15. Ultuna .... Uppsala.
*Oxaal, J. Cand. real. Direktör. 12 .... Saude, Ryfylke.

Palén, A. G. P. Övering. 03. Tattby .... Saltsjöbaden.
Palmgren, J. Fil. Dr, Doc., Lärov.-adj. 00 .... Uppsala.
Palmqvist, Sven, Fil. Dr. 32. Geol. Inst. .... Lund.
Parsons, A. L. Professor. 27. Royal Ontario Museum Toronto 5.
Pehrman, Gunnar, Fil. Dr. 30. Åbo Akademi ...... Åbo.
Petersson, Sven, Bergsingenjör. 29. Sv. Diamantbergborrn. A.B. Kungsgatan 44 .... Stockholm C.
Popoff, Boris, Professor. 22. Popoffstrasse 8 .... Riga.
*von Post, L. Fil. Dr, Professor. 02. Stockholms Högsk. Stockholm 6.
Proffe, Bo, Fil. Kand. 31. Myntgatan 35 .... Falun.
Puke, Carl, Fil. Stud. 34. Alviksvägen 40 .... Äppelviken.

*Quensel, Percy D. Fil. Dr, Professor. 04. Stockholms högskola .... Stockholm 6.

Rauff, H. Fil. Dr, Professor. 96. Leibnitzstrasse 91 Charlottenburg 2.
Ravn, J. P. J. Mus.-insp. Doc. 99. Østervoldgade 7 Köpenhamn.
*Regnell, Gerhard. Amanuens. 37. Geol. Inst. ... Lund.
*Rengmark, Folke, Fil. Lic. 27 .... Stockholm 50.
Renwall, Aage. Fil. Mag. 37. Esbo .... Finland.
Reuterskiöld, A. Fil. Kand. 16. Birkagatan 3 ... Stockholm.
Rosén, Seth, Fil. Kand. Statens Provningsanstalt ... Stockholm.
*Rosendahl, Halvor, Konservator. 30. Trondhjemsvejen 23 .... Oslo.
Rosenkrantz, Alfred, Cand. polyt., Docent. 29. Østervoldgade 7 .... Köpenhamn.
Rothelius, Ernst, Bergsingenjör. 29. Västerled 8 Äppelviken.
Roxström, Erik, Ingenjör. 38. A.B. Elektrisk Malmletn. Kungsg. 44 .... Stockholm C.
Rudeberg, Gillis, Fil. Lic. 24 .... Marieborg, Södertörns villastad.
Rutberg, Karl, Bergsingenjör. 31 .... Ludvika.
Rydbeck, Otto, Fil. Dr, Professor emeritus. 29 ...... Lund.

Sahlbom, Naima, Fil. Dr. 94. Eriksbergsg. 13 ... Stockholm.
Sahlin, C. A. Fil. Dr, Disponent. 91. Stockholmsvägen 9 Djursholm.
Sahlstein, Ture, Fil. Kand. 29. Univ. Geol. Inst. Helsingfors.
*Sahlström, K. E. Fil. Dr, Sekreterare v. Sveriges geol. unders. 08. *Föreningens skattmästare* .... Stockholm 50.
Saksela, Martti. Fil. Dr, Statsgeol. 23. Geol. Komm. Helsingfors.
Samuelson, F. G. Disponent. 98 .... Vargön.
*Samuelsson, G. Fil. Dr, Professor. 07. Riksmuseum Stockholm 50.
*Sandegren, R. Fil. Dr, Statsgeolog. 10. *Styrelseledamot* Stockholm 50.
Sandell, Arne, Fil. Mag., Amanuens. 36. Geol. Inst. Lund.
Santesson, G. Kapten. 24. Rikets allm. kartverk ... Stockholm 10.
Sauramo, M. Fil. Dr, Professor. 21. Geol. inst. Univers. Helsingfors.
*Sernander, J. R. Fil. Dr, Professor emeritus. 88 .... Uppsala.

Sidenvall, K. J. F. Kommerseråd. 99	Djursholm.
Sjögren, O. Fil. Dr, Lektor. 05. Valevägen 51	Djursholm 2.
*Smith, H. H. Bergsingenjör. 93. Cam. Collets vej 6	Oslo.
*Sobral, José M. Fil. Dr, f. d. Direktor General. 08. Avenida de los Incas 3020	Buenos Aires.
Soikero, J. N. 13. Orimattila	Finland.
*Staudinger, R. Fil. Mag., Assessor. 97	Helsingfors.
Stenberg, K. Ingenjör. 17. Brahegatan 32^{II}	Stockholm.
Stollenwerk, E. W. Bergsingenjör. 03	Åmmeberg.
Strandmark, J. E. Fil. Dr, Folkhögskoleförest. 10	Grimslöv.
*Strøm, Kaare Münster, Fil. Dr, Docent. 38. Geologisk Museum	Oslo 47.
Sundberg, Karl, Bergsingenjör, Direktör. 23. A.-B. Elektrisk Malmletn. Kungsgatan 44. *Föreningens ordförande*	Stockholm C.
Sundholm, O. H. Gruvingenjör vid Bergsstaten. 93	Djursholm.
Sundius, N. Fil. Dr, Statsgeolog. 08	Stockholm 50.
Svanberg, E. G. Bergsingenjör. 07	Nora.
Svanholm, J. W. Ingenjör. 35. Manila P. O. Box 626	Philippine Islands.
Svedberg, S. B. Fil. Lic., Lektor. 21. Laboratorieg. 3	Göteborg.
Svensson-Fredriksson, F. W. Svarvare. 28. Mörbyvägen 17	Nynäshamn.
Säve-Söderbergh, Gunnar. Fil. Lic., Professor. 29	Uppsala.

*Tamm, O. Fil. Dr, Professor. 12	Experimentalfältet.
Tanner, V. Fil. Dr, Professor. 05	Grankulla, Finland.
*Tegengren, F. R. Fil. Lic. 07. Mörby	Stocksund.
Thomson, Paul, Dr rer. nat., Privatdocent. 28. Lembitu 8—3	Tallinn, Estland.
Thordeman, Bror, Kapten. 29. Gen. Lit. Anst.	Stockholm.
Thorné, S. G. Bergsingenjör. 21. Bolidens gruv-A.-B.	Boliden.
Thorslund, Per, Fil. Lic., e. o. Geolog. 29	Stockholm 50.
Thunmark, Sven. Fil. Lic., Assistent. 26. Salagatan 29 A	Uppsala.
Thäberg, Carl Th. Disponent. 21. Nordisk Rotogravyr	Stockholm 1.
Tiberg, B. Bergmästare. 15	Falun.
*Tillberg, E. W. Bergsingenjör. 00. Linnégatan 48 A	Stockholm.
Tjernvik, T. E. Kemigraf. 38. Thulegatan 5 B	Örebro.
*Tolmachow, I. P. Professor. 03. Carnegie Museum	Pittsburg, Pa.
Torell, O. Bergsingenjör, Direktör. 94	Åmmeberg.
*Troedsson, G. T. Fil. Dr, Docent. Lektor. 11. *Föreningens sekreterare*	Djursholm 2.
Trotzig, Peter, Dr, Ing. 34. Chemnitzerstrasse 10^{I}	Freiberg i. Sa.
Törnqvist, John, Bergsingenjör. 25 L.K.A.B.	Box 43. Kiruna.

*Vogt, Th. Fil. Dr, Professor. 16	Trondheim.
de Vries, T. Bergsingenjör. 31. Stanleyville, P. R.	Congo Belge.
Väyrynen, H. A. Fil. Dr, Statsgeolog. 14. Geol. komm.	Helsingfors.

Wærn, Bertil, Fil. Stud. 36. Sysslomansg. 9	Uppsala.

*Wahl, W. Fil. Dr, Professor. 03. Hamngatan 5 ... Helsingfors.
Wahlgren, E. Fil. Dr, Lektor. 12 ... Malmö.
Wallin, G. Direktör. 93 ... Djursholm.
Wallroth, K. G. Bergsingenjör, Disponent. 21 ... Persberg.
*Wanjura, F. R. J. Bergsingenjör. 14 ... Morgongåva.
Warburg, Elsa, Fil. Dr, Docent. 10. Geol. inst. ... Uppsala.
Wegmann zur Hagar, Eugen C. Dr. 27. Bocksriet Schaffhausen.
Weiler, G. Fil. Dr, Läroverksadjunkt. 21. Rocksjögatan 2 Jönköping.
Wenner, Carl-Gösta, Fil. Mag. 35. Sthlms Högsk. Stockholm 6.
Weslien, J. G. H. Bergsingenjör. 18 ... Långbanshyttan.
Wesslau, Eric, Bergsingenjör, Disponent. 19 ... Boliden.
*Westergård, A. H. Fil. Dr, Statsgeolog. 01 ... Stockholm 50.
Westlund, E. Gruvingenjör. 16. Åsgatan 71 ... Falun.
Wickman, F.-E. Fil. Kand. 37. Dalag. 36 ... Stockholm.
Wickman, Åke, Ryttmästare. 21. Gen. Lit. Anst. ... Stockholm.
Wikström, C. Fil. Kand., Grosshandlare. 06. Strandvägen 80 ... Stockholm.
*Wiman, C. Fil. Dr, Professor emeritus. 89 ... Uppsala.
Wiman, E. Fil. Dr, Lektor. 21. Norra Torget 3 Kristinehamn.
*Winge, K. Fil. Lic., f. d. Bergsskolerektor. 94 ... Lidingö 1.
Wirén, Einar, Fil. Dr. 21 ... Lundsbergs skola.
Woldstedt, P. Fil. Dr, Landesgeologe. 26. Invalidenstr. 44 ... Berlin N. 4.

Ygberg, Erik. Fil. Kand. 21. Sv. geol. unders. ... Stockholm 50.
Yngström, L. Direktör. 12 ... Sandviken.

Zāns, Verners, Cand. rer. nat. 36. L. U. ģeoloģijas institūts Baznīcas iela 5—18. ... Riga.
Žemaitis, Mečys, Assistent. 34. Landwirtschaftl. Akademie ... Dotnuva, Litauen.
Zenzén, N. Fil. Lic., Museiassistent. 04. Riksmuseum Stockholm 50.
Zimmermann, E. Fil. Dr, Professor. 98. Invalidenstrasse 44 ... Berlin. N. 4.

Åkerblom, D. Fil. Mag., Läroverksadj. 13. Kungsg. 12 Hudiksvall.

Ödman, Olof, Fil. Lic., Dr Ing. 25 ... Boliden.
Ödum, H. Dr. phil., Direktör för Danmarks Geol. Unders. 38 ... Charlottenlund, Danmark.
Öster, Johannes, Fil. Lic. 30. Teatergatan 4 ... Linköping.

Föreningen räknar den 1 januari 1938:

Förste Ledamot	1.
Korresponderande Ledamöter	20.
Ledamöter	388.
Summa	409.

Ledamöter invalda den 12 januari 1939:

Johnson, Edw. A. Dr. 39. P. O. Box 61 ... Haines, Alaska.
Werner, Sture, Fil. Kand. 39. Sv. geol. unders. ... Stockholm 50.

— —

Geologiska Föreningen

överlämnar sina Förhandlingar till följande institutioner, föreningar, sällskap.

Stockholm.	*K. Jordbruksdepartementet.*
	K. Ecklesiastikdepartementet.
	Jernkontoret.
	Sveriges geologiska undersökning.
	Statens meteorologisk-hydrografisk anstalt.
	Statens skogsförsöksanstalt.
	K. Kommerskollegium.
	K. Vetenskapsakademien.
	Riksmusei zoo-paleontologiska avdelning.
	Riksmusei mineralogiska avdelning.
	Stockholms högskolas geologiska institut.
	Stockholms högskolas mineralogiska institut.
	Stockholms högskolas geografiska institut.
	Tekniska högskolans bibliotek.
	Tekniska Högskolans Inst. för vägbyggnad etc.
	Tekniska högskolans studentkår.
	K. Vitterhets-, historie- och antikvitetsakademien.
	Svenska Sällskapet för antropologi och geografi.
	Svenska teknologföreningen.
	Svensk botanisk förening.
	Svenska skogsvårdsföreningen.
	Svenska turistföreningen.
Göteborg.	*Göteborgs högskolas geografiska institution.*
Jönköping.	*Svenska mosskulturföreningen.*
Lund.	*Geologiska institutionen.*
	Geografiska institutionen.
Uppsala.	*Universitetsbiblioteket.*
	Geologiska institutionen.
	Naturvetensk. studentsällskapets sektion för geologi.
	Geografiska institutionen.
	Paleontologiska institutionen.

Aas.	*Norges Landbrukshöjskoles Bibliotek.*
Adelaide.	*Royal Society of South Australia.*
Albany.	*New York State Library.*
Baltimore.	*Maryland Geological Survey.*
Basel.	*Universitätsbibliothek.*
Bergen.	*Bergens Museum.*
Berkeley.	*University of California.*

Berlin.	*Preussische Geologische Landesanstalt.*
	Deutsche Geologische Gesellschaft.
	Gesellschaft für Erdkunde.
	Gesellschaft naturforschender Freunde.
Bern.	*Geologisches Institut der Universität.*
Bonn.	*Naturhist. Verein d. preuss. Rheinlande u. Westfalens, Maarflach 4.*
Bordeaux.	*Société Linnéenne. 53 Rue des trois Conils.*
Bremen.	*Naturwissenschaftlicher Verein.*
Breslau.	*Geologisches Institut der Universität.*
Bruxelles.	*Musée Royale d'Histoire naturelle.*
Budapest.	*A magyar kiralyi Földtani Intezet könyvtaranak.*
	Hydrologische Sektion d. Ungarischen Geol. Gesellsch.
	Magyar Nemzeti Museum.
Buenos Aires.	*Instituto Geografico Argentino.*
	Direccion General de Minas Geologia e Hidrologia.
	Museo Nacional de Historia Natural.
Buffalo.	*Society of Natural Sciences.*
Bukarest.	*Institutul Geologic al Romaniei.*
	Société Roumaine de Géologie.
Calcutta.	*Geological Survey of India.*
	Geological Mining and Metallurgical Society of India.
Cambridge.	*Department of Mineralogy and Petrology Univ.*
Canton.	*Geol. Surv. of Kwangtung & Kwangsi.*
Chapel Hill.	*Univ. of N. Carolina Library.*
Chicago.	*John Crerar Library.*
Cleveland, Ohio.	*Western Reserve University.*
Cluj (Clausenburg).	*Museul Geologic-mineralogic al universitatii.*
Columbus.	*American chemical society.*
Danzig.	*Bücherei d. Technischen Hochschule, Danzig-Langfuhr.*
Darmstadt.	*Hessische geologische Landesanstalt.*
Delft.	*Geologisch mijnbouwkundig Genootschap.*
Edinburg.	*Geological survey of Scotland.*
	Geological Society.
Elberfeld.	*Naturwissenschaftlicher Verein.*
Frankfurt a/M.	*Senckenbergische Naturforschende Gesellschaft.*
Freiberg i. Sa.	*Bergakademie.*
	Sächsische geologische Landesanstalt.
Freiburg i. Br.	*Universitäts-Bibliothek.*
Genève.	*Société de Physique et d'histoire naturelle.*
Glasgow.	*Geological Society.*
Graz.	*Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark.*
Greifswald.	*Geographische Gesellschaft.*
	Geol. Paleont. Inst. der Univ.
	Naturwiss. Verein f. Neu-Vorpommern u. Rügen.
Göttingen.	*Universitäts-Bibliothek.*
Halifax.	*Nova Scotian Institute of Natural Sciences.*
Halle.	*Sächsisch-Thüringischer Verein für Erdkunde.*
	Leop. Carol. Akademie der Naturforscher.

Hamburg.	*Mineralogisch-geologisches Institut.*
	Staats und Universitätsbibliothek.
Havre.	*Société géologique de Normandie.*
Heidelberg.	*Geologisch-Paläontologisches Institut der Universität.*
Helsingfors.	*Geologiska Kommissionen.*
	Geografiska sällskapet.
	Universitetets geografiska inrättning.
	Universitetets Mineralkabinett.
	Hydrografiska Byrån.
	Finska forstsamfundet.
	Finska Fornminnesföreningen.
Jena.	*Mineralogisches und geologisches Institut.*
Johannisburg.	*Geological Society of South Africa.*
Kiel.	*Naturwissenschaftl. Verein für Schleswig-Holstein.*
Kiew.	*Bibliotèque de l'Académie des Sciences. Korolenka 58 a.*
Kraków.	*Akademia umiejetnosci.*
Königsberg.	*Physikal.-ökonomische Gesellschaft.*
Köpenhamn.	*Danmarks geologiske Undersögelse.*
	Dansk geologisk Forening.
	Universitetets mineralogiske Museum.
	Det Kongl. Danske Geogr. Selskab.
	Universitetets geografiske Laboratorium.
Lausanne.	*Société Vaudoise des Sciences Naturelles.*
Leeds.	*Yorkshire Geological Society.*
Leiden.	*Rijks Geologisch-mineralogisch Museum.*
Leipzig.	*Deutsches Bücherei.*
	Sächsische Akademie der Wissenschaften.
Leningrad.	*Comité géologique de Russie.*
	Académie des Sciences.
	Musée géologique et minéralogique.
	Société Minéralogique.
	Société paléontologique de Russie.
Liége.	*Société géologique de Belgique.*
Lille.	*Société géologique du Nord.*
Lima.	*Sociedad Geológica del Peru.*
Lissabon.	*Servico geologico de Portugal.*
Liverpool.	*Geological Society.*
London.	*Geological survey and museum.*
	Geological Society.
	Geologists' Association.
	The Science Library.
Madison.	*Wisconsin Academy of Sciences, Arts and Letters.*
Madrid.	*Instituto Geológico de España.*
Manchester.	*Geological Association.*
Mexico.	*Instituto Geologico de Mexico.*
Minneapolis.	*University of Minnesota.*
Montreal.	*Mc Gill University.*
Moskva.	*Société des Naturalistes.*
	Nautchnai Biblioteke Narkomtiashproma. Delovoi Dvor. IV Pod.

Moskva.	*Library of the Institut. of Econ. Mineralogy.*
München.	*Bayerische Akademie der Wissenschaften.*
Nanking.	*Geological society of China.*
Newcastle.	*Institute of Mining and Mechanical Engineers.*
New Haven.	*American Journal of Science.*
New York.	*Academy of Sciences.*
	American Museum of Natural History.
Oslo.	*Norges geologiske Undersökelse.*
	Mineralogisk-geologisk museum.
	Universitetets Oldsakssamling.
Ottawa.	*Geological Survey of Canada.*
Paris.	*Société géologique de France.*
	Société française de minéralogie.
	Ecole nationale des mines.
Penzance.	*Royal Geological Society of Cornwall.*
Perth.	*Geological Survey of Western Australia.*
Philadelphia.	*Academy of natural Sciences.*
Pisa.	*Società Toscana di scienze naturali.*
Port Artur.	*Ryojun College of Engineering.*
Poznań.	*Instytut Geograficzny Uniwersytetu.*
Praha.	*Smichov Statnė Geologicky Ustav.*
Pretoria.	*Geological survey.*
Rennes.	*Sociéte géologique et minéralogique de Bretagne.*
Riga.	*Naturforscher-Verein.*
Rochester.	*Rochester Academy of Sciences.*
Rock Island.	*Augustana College.*
Roma.	*R. Ufficio geologico d'Italia.*
	Società geologica Italiana.
	R. Accademia dei Lincei.
Rostock.	*Verein d. Freunde d. Naturgesch. in Mecklenburg*
San Diego, Cal.	*Society of Natural History.*
San Francisco.	*California Academy of Sciences.*
São Paulo.	*Commissao geografica e geologica.*
Sapporo.	*Departm. of Geology and Mineralogy.*
Sofia.	*Bulgarische Geologische Gesellschaft.*
Strasbourg.	*Service géologique.*
Sydney.	*Geological Survey of New South Wales.*
Tallinn.	*Estländische literärische Gesellschaft.*
Tartu.	*Naturforscher Gesellschaft bei der Universität.*
	Geological Institution of the University.
Tokyo.	*Teikoku-Daigaku.*
	Geological Society.
	Imperial Geological Survey.
Tomsk.	*Comité géologique de Sibérie.*
Toronto.	*Canadian Institute.*
Tromsö.	*Tromsö Museum.*
Trondheim.	*Videnskabsselskabets Bibliotek.*
	Den Tekniske Høiskoles Geologiske Institut.
Tübingen.	*Oberrheinischer geologischer Verein.*
Urbana.	*University of Illinois Library.*

V. Aker.	*Det norske geografiske Selskab.*
Vancouver.	*Department of Geology. University of Br. Col.*
Warszawa.	*Service géologique de Pologne.*
	Polnisches archaeologisches Museum.
Washington.	*U. S. Geological Survey.*
	Smithsonian Institution.
	Geophysical Laboratory, Smithsonian Institution.
Wellington.	*Dominion Museum.*
	New Zealand Geological Survey.
	New Zealand Institute.
Viborg.	*Det danske Hedeselskab.*
Wien.	*Geologische Staatsanstalt.*
	Geologische Gesellschaft.
	Naturhistorisches Hofmuseum.
Wilno.	*Inst. de géologie de l'Université.*
Vladivostok.	*Comité géologique d'Extrême-Orient.*
Voronesh.	*Staats-Universität.*
Åbo.	*Geologisk-Mineralogiska Institutionen, Åbo Akademi.*
	Bibliotheca universitatis fennicæ Aboensis.

GEOLOGISKA FÖRENINGENS
I STOCKHOLM
FÖRHANDLINGAR.
AND 61. HÄFT. 1. N:o 416

The Paragenesis of Ludwigite in Swedish Iron Ores.

By

PER GEIJER.

(M. S. received Oct. 31st., 1938.)

The problems involved. In the genetical interpretation f the Archean iron ores of Central Sweden, the geological type which as presented the greatest difficulties is that of the non-manganiferous arn ores, including the associated »limestone ores». The general aracter of these ores can be expressed in few words: Magnetite ores, companied by a silicate gangue (skarn) — mainly made up of members f the pyroxene, amphibole, and garnet groups — mostly directly nnected with carbonate rocks (limestone and dolomite) and often ore or less mixed with them, and in many cases exhibiting a distinctly etasomatic relation towards these rocks. Most deposits of this type rrespond in all respects to the well-known group of iron ores formed rough contact metasomatism, although there is no possibility of tracing y especially close room relations to individual intrusions. Several riters have, therefore, in discussing geologically certain parts of the e-bearing region, ascribed to ores of this type an origin through ntact metasomatism. Among them is the present writer who has terpreted the skarn ores of the Riddarhyttan district as formed rough the action of the oldest group of granite intrusions in the region)[1]. However, it has become increasingly clear, mainly through the ork of MAGNUSSON (9, 10, 11), that this interpretation cannot be exnded to all the skarn ores of the region. It has been convincingly emonstrated that silica-bearing iron ores formed at lower temperatures hrough sedimentation or hydrothermal replacement) and containing lcite or dolomite, have been recrystallized, and to some extent reranged and chemically altered, through the influence of the granitic intrusions, without any essential addition of iron compounds, the final result being a typical skarn ore deposit. The present writer has become fully convinced of the importance of this process, but has maintained that the addition of iron through granitic emanations, by way of contact metasomatism in the usual sense, has also contributed on an important scale. In a recent paper by MAGNUSSON, on the other hand, this writer states his view to be »that only few and usually unimportant totally new iron ores have originated during these processes» (the contact action of the older granite group), »an opinion which has also been expressed by G. Lindroth and A. Högbom» (12). It may be noted that LINDROTH has described a number of cases where skarn ores occur as older inclusions in the granites (7).

---

[1] Numbers in parenthesis refer to the list of works cited, at the end of this paper.

In the opinion of the present writer, again, the view just quoted means that the conclusions based on MAGNUSSON's excellent demonstration of important examples of »reaction skarn ores» are carried much further than is justified by the evidence. In all probability, the difference in opinion is, to some extent at least, caused by a different proportional importance of the two processes in those parts of the region with which the various investigators are most familiar. It will probably never prove possible to classify genetically every individual deposit, and thus obtain a quantitative expression of the relative importance of the two modes of origin of skarn ores that are under discussion. Observations recently made, however, show us that the truly contact metasomatic type must be much more important than is indicated by the above quotation.

Once it has been made clear that ordinary skarn ore deposits may have arisen through the metamorphism of low-temperature ores, the possibilities of directly demonstrating an origin through contact metasomatism are limited to those cases where the paragenetical relations of the ore admit of no other explanation. In other words, the ore must be associated with minerals that are known only as products of contact metasomatism, and associated in such a way that these characteristic minerals cannot be interpreted as introduced afterwards into a deposit originated in some other way.

The only minerals that count in this respect are the magnesium and iron borates of the ludwigite group, and the magnesium fluo-silicates of the humite group.[1] The humite group offers a rather complicated problem, as it is possible that it may sometimes occur superimposed upon an earlier mineralisation. A discussion of certain sides of the problem has ecently been given (6). The following paper, therefore, will mainly be evoted to the ludwigite group.

---

[1] It is possible that also axinite ought to be included, although its paragenetical amplitude is wider. In the Swedish deposits, however, it is extremely local in distribution, and never paragenetically combined with magnetite (compare below).

A survey of the literature on ludwigite — the name then being used s a comprehensive term covering the magnesia-iron variations from iagnesioludwigite to vonsenite — shows that it is known from about score of deposits in various parts of the world, all of them typical roducts of contact metasomatism. It seems to be invariably associated ith magnetite, generally in such amounts as to constitute an iron re deposit, although most cases are quite small as such. Sulphides of opper are often reported, sometimes in workable amounts. As a rule, he limestone (or dolomite) is only incompletely replaced. The associted skarn silicates are mostly forsterite or serpentine, but diopside nd humite minerals may also occur. In some cases, diopside predoiinates, and the ludwigite has formed later.

As already pointed out, the presence of a mineral of the ludwigite roup does not in itself prove that the whole deposit has been built p through contact metasomatism. Pinakiolite, the manganese member, known only from the Långban mines, within the region now under iscussion. It is apparent from MAGNUSSON's study (11) that this eposit is a metamorphic development of ore bodies that were originally ormed at moderate or low temperatures, and that the pinakiolite has esulted from the action of boron compounds during a phase of this etamorphism. The streaks containing pinakiolite are described as utting like veins through the dolomitic manganese ore.

So far, only one deposit containing ludwigite of a magnesia and iron pecies has been described from the region, viz. that of Tallgruvan in Iorberg (5, 6). From this isolated case, no conclusions of wider applicaility could be drawn. However, in the course of the last few years, everal new examples have been encountered which show the ludwigiteearing paragenesis to be a characteristic although rare variation of he skarn ores. Part of these observations have been made during eld work for the Geological Survey of Sweden. The writer has had a elcome opportunity to discuss his results with Professor T. WATAABE, who has been engaged in a study of similar mineral associations om other parts of the world.

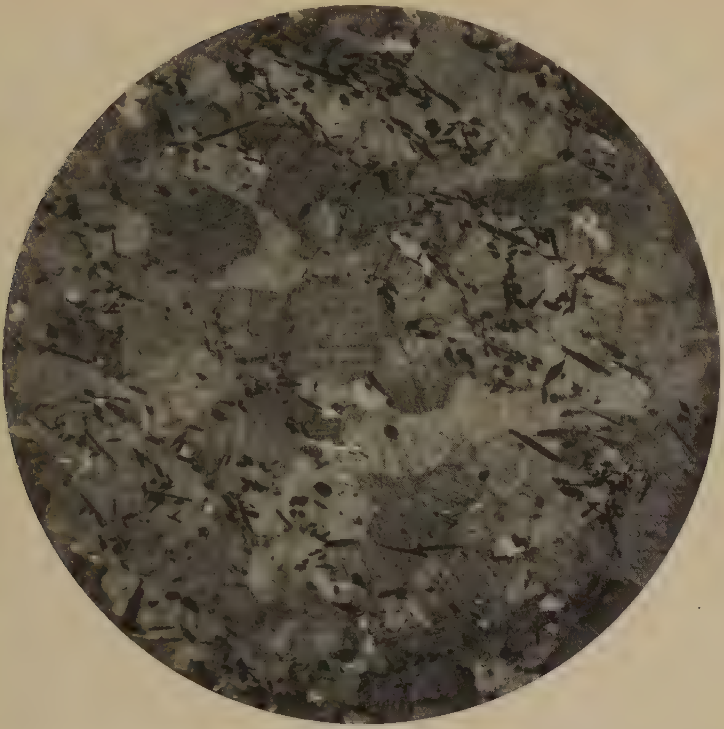
The Swedish occurrences of ludwigite. The first ocality to become known was that of Tallgruvan in Norberg. his remarkable paragenesis has already been described in detail (5), nd its relations to the other forms of mineralisation in the district have lso been discussed (6). Therefore, only the following data are here epeated: Tallgruvan is a magnetite deposit, replacing dolomite. The iagnetite has an unusually well developed octahedral parting. Ludwigite is plentiful in some variations of the ore, both as finely fibrous aggregates and as rather thick, isolated prisms. In the latter form, it is also found scattered in the dolomite. Fluoborite is common in the first mentioned type. Szajbelyite also occurs. In the original description, it was reported as probably present. Revision of the material has shown that there is a considerable quantity of this borate, occurring in part as stalks, in part as fibrous aggregates. At least part of the szajbelyite is secondary, some of it having formed at the expense of fluoborite. Otherwise, the paragenesis is characterized by humite minerals, among which only clinohumite has been identified with certainty, forsterite, spinel, chlorite, and alteration products, as serpentine. In other parts of the deposit, the magnetite is associated with diopside and a little garnet, and no borates have been identified. The presence of brucite in the borate paragenesis was overlooked in the original study of this locality, as it was included with the leuchtenbergitic chlorite which is developed in similar aggregates. It was, however, more easily recognized in the deposits that will be described below. At Tallgruvan, brucite is found among the alteration products of the ludwigite (generally in combination with hematite), and also as tabular crystals replacing the dolomite. The difficulty in distinguishing, quantitatively, between brucite and leuchtenbergite in a thin section has been met with in samples from the other borate localities to be described below. As pointed out by WINCHELL (15), the higher birefringence is the only optical property that, in a thin section, distinguishes brucite from leuchtenbergite. But the birefringence of leuchtenbergite may go as high as 0.015, which is practically the same value as the brucite has for lower wave lengths. However, the abnormal interference colours of the brucite are characteristic.

Sjögruvan in Svärdsjö Parish[1], about 20 km NE of Falun, is a rather small iron mine that has been idle for about a decade. According to the mine maps, the magnetite ore forms irregular lenses in a dolomitic limestone, which in turn is surrounded by leptite. The relations of the ore to the limestone indicate an origin by replacement (G. T. LINDROTH, mine map). On the dumps, leptite, limestone, and a little skarn are found, and there are still left some piles of hand-sorted ore. Also there is a little of a fine-grained, pink-coloured gneissic granite.

The ore of Sjögruvan is a rather rich magnetite, generally mixed with serpentine. Remnants of ophicalcitic limestone are often enclosed, and part of the serpentine mixed with the magnetite is clearly what remains of such inclusions, the carbonate of which has been replaced by

---

[1] There are many mines with this name (»Lake Mine») in various parts of Central Sweden.



ARVID KARLSSON foto.

Fig. 1. Ludwigite pseudomorphs (mainly hematite, black) in limestone; Sjögruvan, Svärdsjö. Microphoto., × 20, ord. light.

magnetite. Mostly, the magnetite is rather fine-grained, but the grain size may go up to about 10 millimeters. It has a quite ordinary aspect. Less frequent, but still by no means rare, is a variety with a size of grain of a few millimeters, and with a most pronounced octahedral parting. This fact which makes the ore undistinguishable from that of Tallgruvan, first caused the writer to look for borates in it. Under the microscope, there were found a number of iron-rich pseudomorphs of slender needles, which probably represent original ludwigite. Also, in one specimen, the magnetite was found to occur in two different ways: the comparatively large, isometric grains with octahedral parting, and smaller grains, often in the form of parallel short rods mixed with serpentine. It is highly probable that the latter type represents pseudomorphs after thick-set prisms of iron-rich ludwigite.

Definite proofs of the presence of the borate in this deposit were obtained from material representing a transitional zone between ore and limestone, in the form of limestone partly replaced by magnetite (always with octahedral parting) and by streaks of ludwigite. The ludwigite is mostly altered, but fresh material is occasionally found. As at Tallgruvan, the ludwigite occurs both as bundles of thin fibers and as free prisms of greater thickness. The latter exhibit the same simple form, with an angle of about 60°, as those at Tallgruvan (fig. 1). The material in the pseudomorphs is mostly red hematite, but both brucite and serpentine may be combined with it. The minerals associated with the ludwigite, beside the carbonate, are magnetite, serpentine, and tabular crystals of brucite. The brucite is also seen on the cleavage cracks of the magnetite, and sometimes distinctly replaces this mineral, starting from the cracks. Sometimes, pseudomorphs after ludwigite prisms are enclosed in magnetite. The original nature of the serpentinized grains can be determined only so far that they occasionally contain remnants of an orthorhombic mineral with a weak pleochroism in yellow, indicating humite (or possibly forsterite).

There is also found at Sjögruvan a small quantity of skarn of unaltered forsterite and tremolite, and of diopside skarn, both with some magnetite. Garnet is rare, and occurs only as lumps enclosed in diopside skarn.

Stålbo is a small abandoned mine, situated 1 km SW of the Ryllshyttan zinc and iron deposit in Garpenberg Parish, 45 km SE of Falun, and belonging to the same chain of skarn ore deposits as this mine. The small dumps contain magnetite ore with tremolite skarn, one pile of magnetite ore with serpentine, and some limestone. The magnetite that occurs with serpentine, exhibits the characteristic octahedral parting. No unaltered ludwigite has been found in it, but a few pseudomorphs that can be said with practical certainty to represent altered prisms of the borate. The associated minerals, beside the predominant magnetite, and carbonate remnants, are clinohumite, leuchtenbergite, and an unidentified mineral.[1]

The Stabby and Maria mines belong to a chain of now not active mines in the parish of Söderby-Karl, about 75 km NNE of Stockholm. The last period of active mining in these parts was during the World War.

The prevailing rock in the district is a gray, pronouncedly gneissic granite, belonging to the older Archean group. The leptites, with their intercalations of ore-bearing limestone, form a very narrow belt, traceable for a distance of 2.5 km in WNW—ESE, although probably in places interrupted by the granite.

---

[1] This mineral is very near the clinohumite in refraction, birefringence, and size of (positive) optical axial angle. It forms slender stalks, with oblique extinction in certain sections, enclosed in the clinohumite. The optical properties do not exclude chondrodite, but the habit is unusual for this mineral.

Among the mines in this belt, Stabby[1] is the only one where unaltered ludwigite has been found. According to the material visible on the dumps, the ore occurs in a medium-grained dolomite. There is also a little leptite, some amphibolite and pegmatite on the dumps, but no granite.[2]

The ore occurs as irregular bands in the dolomite, evidently replacing t. The magnetite exhibits a fairly pronounced octahedral parting. The associated minerals are forsterite (largely serpentinized), ludwigite, and brucite; some samples also contain much spinel. Skarn composed of forsterite and spinel, with a little magnetite, also occurs in the same way as the ore. Ludwigite, on the other hand, has not been observed in the most magnetite-poor associations. It is, thus, intimately associated with the magnetite, and seems to occur preferably on the margins of the ore bands. Its normal development is in prisms with a 60° angle, often one or a few centimeters in length, and arranged almost parallel to each other. It is generally preserved, but in some specimens it is completely altered to a mixture of iron oxide minerals and small plates of brucite. Occasionally, zinc blende and a little pyrrhotite are encountered together with forsterite, magnetite, and spinel.

According to the textural relations of the minerals, ludwigite was the first to form, and was followed in turn by forsterite, magnetite and spinel, and finally brucite. The brucite that has formed secondarily after ludwigite represents only a small fraction of the amount of this mineral. Most of it is developed as big plates that poikilitically enclose the other minerals, or in platy aggregates replacing the forsterite. The zinc blende appears to be contemporaneous with the magnetite, or a ittle later. The textural relations between forsterite, magnetite, and spinel are illustrated by fig. 2. However, where there are larger grains of spinel, a tendency to an isometric habit is evident.

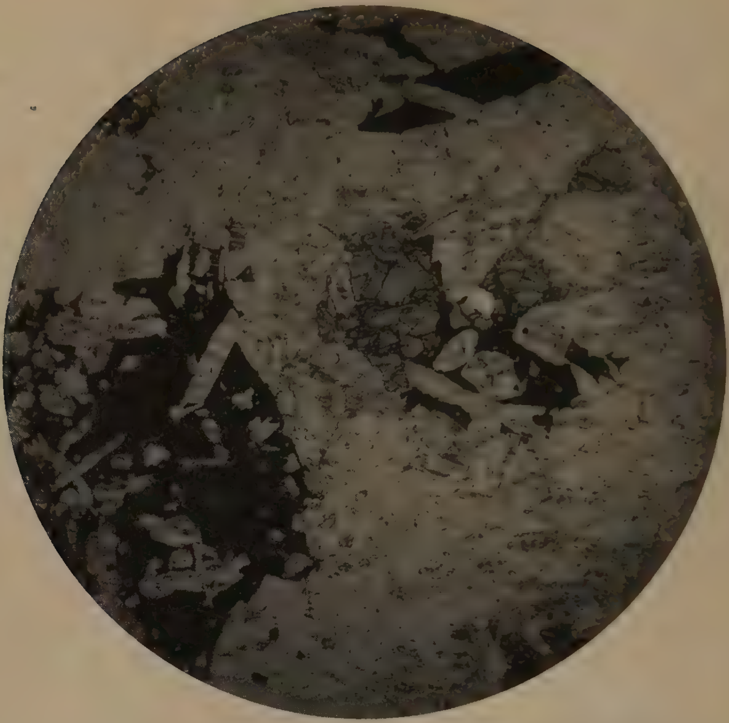
There is also at Stabby seen a quite small amount of a light-coloured diopside skarn (in part granular, in part radiating prisms) with a few small grains of a humite mineral and sometimes much leuchtenbergite. Occasionally there are noted microscopical grains of an orthite mineral which, to judge from their absorption colours and moderate birefringence, probably belong to a magnesian variety. A few lumps of brown garnet also occur.

In the mines in the same belt to the west of the Stabby mine — among which the Anna and Broby mines are the only ones that have been

---

[1] There is no map available of this mine. The name Stabbygruvan is found on Törnebohms regional map (14), and this identification has been corroborated verbally by H. SUNDHOLM, M. E.

[2] The pegmatite in these parts is not connected with the local granite, but belongs o a later Archean stage.



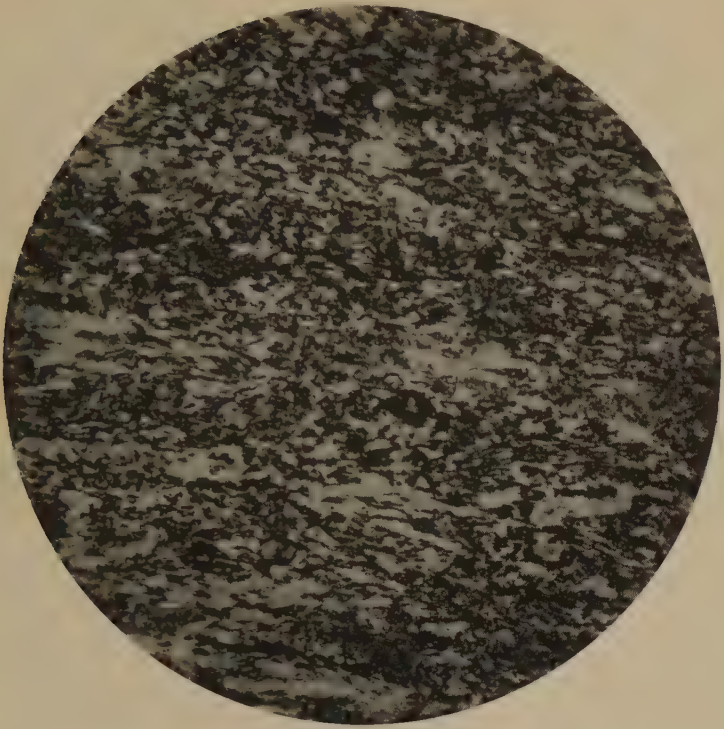
ARVID KARLSSON foto.

Fig. 2. Forsterite, largely serpentinized, with magnetite (black) and spinel (dark gray); Stabby Mine, Söderby-Karl. Microphoto., × 20, ord. light.

recently active — the proportion of skarn is much higher. The magnetite is associated with a skarn consisting mainly of tremolite, or, more rarely, a light-coloured diopside. Subordinated components, in both types, are humite minerals (both humite and clinohumite having been identified), and leuchtenbergite. The humite minerals may form lumps of a fist's size, and are generally unaltered. Sometimes one finds a skarn made up entirely of small scales of leuchtenbergite. At the Broby mine, there is also much limestone on the dumps, indicating an incomplete replacement. At the same place, a large portion of the dumps is made up of granite, as might be expected from the mine map (H. SUNDHOLM) which indicates that part of the ore occurred as inclusions in the granite where, at the eastern end of the workings, the larger slab of ore-bearing rocks is broken up into smaller fragments.

No borates have been identified at these mines.

About 1 km ESE of the Stabby mine lies the Maria mine. According to the dumps, the ore is associated with a fine-grained dolomite,



Arvid Karlsson foto.

Fig. 3. Magnetite (black) and szajbelyite (white); Maria Mine, Söderby-Karl. Microphoto., × 20, ord. light.

surrounded by leptite. The ore that is left on the dumps — which, obviously, does not represent the highest grade — is a fine-grained magnetite, without any noticeable octahedral parting and intimately mixed with a light-coloured, very finely scaly or felty gangue. When this gangue is gray with a very faint greenish tinge, it is found under the microscope to be made up of leuchtenbergite. When more whitish, the material is practically all szajbelyite, occurring in the same ways as at Tallgruvan. The szajbelyite is identified from the negative optical character of the elongation, the extreme refraction indices 1.575 and 1.650 (immersion method, white light), and a very strong reaction in the flame test for boron. There are also samples showing a mixture of leuchtenbergite and szajbelyite. The magnetite is sometimes developed as small parallel rods, mixed with serpentine and some szajbelyite. This texture, which is the same as described above from Sjögruvan, may indicate pseudomorphs after ludwigite. The ordinary magnetite is in part martitized, in an irregular pattern.

While there is, thus, some uncertainty regarding the one-time presence of ludwigite in the ore itself at the Maria mine, characteristic pseudomorphs of prisms of this mineral, some millimeters in length, are found in the dolomite, where they are associated with scattered grains of magnetite, leuchtenbergite, and a wholly serpentinized mineral.

Three kilometers east of the Maria mine, the Gåsvik group of mines (Väddö Parish) marks the eastern end of this ore-bearing belt. There, limestone is partly replaced by magnetite, accompanied by tremolite and by humite minerals, partly in the form of ophicalcite. No borates have been found there. —

It is evident from the descriptions which have been given here that the ludwigite belongs to a most characteristic paragenesis. Ludwigite (and, at Tallgruvan, fluoborite) has been the first to form, followed by forsterite and humite minerals, and then by magnetite (and spinel). The latest group comprises brucite, leuchtenbergite, and szajbelyite. Of both brucite and leuchtenbergite it may be said that they are primary members of this mineral association, in the meaning that they, like those already enumerated, replace the carbonate rock. This, however, holds true only of their development as tabular crystals in the dolomite.[1] Otherwise, they are alteration products, at least the brucite. Evidently, these two minerals represent a late stage in the mineralisation process that started with the ludwigite. The szajbelyite offers a similar problem. Most of it occurs under such conditions that it is probably an alteration product of some other borate (perhaps fluoborite and ludwigite), but the larger prisms may be primary.

A most peculiar feature in this paragenesis is the octahedral parting of the magnetite. With the exception of the Maria ore, which is fine-grained, all the borate-bearing ores exhibit this parting. Otherwise, with one single exception that will be described in the following, this feature is not found in the skarn ores, although it is common — but less pronounced — in the porphyroblastic magnetite that has developed through metamorphism in other, dominantly hematitic ore types. The magnetite at Tallgruvan has been suspected by RAMDOHR (13) to owe its well-developed parting either to a high manganese content, or to a martitization that was turned back into magnetite again. The manganese, however, is very low in these ores. As to martitization, the probability is, of course, very much reduced when it has now been found that the peculiar parting returns regularly just in this paragenesis. It has also been noted in ludwigite-bearing ores from Montana (2, p. 156) but appears to be lacking in the Banate magnetite, to judge from the specimens at the writer's disposal. Truly, there is some martitization in the Maria ore, but it occurs quite irregularly, without any tendency towards an octahedral pattern. One could also think of the volume changes caused by the serpentinization of associated silicates, which might have set up strains in the magnetite crystals that were relieved in this way. But this interpretation is ruled out by the fact that the octahedral parting occurs also in ores without serpentine but is conspicuously lacking in varieties that are rich in serpentine and do not contain borates. Another possibility, near at hand, is that the parting is caused by some isomorphous admixture in the magnetite lattice. To test this, magnetite from Sjögruvan (Svärdsjö) which exhibits the typical parting, was analyzed by Dr. A. Bygdén, in the laboratory of the Geological Survey of Sweden. Since the purity of the material is of the greatest importance for the interpretation of the analytical results, the following data, communicated by Dr. Bygdén, are here quoted: Material picked out under a lens was crushed and passed through a sieve with 0.1 mm² mesh size, and grains of spec. gravity < 2.96 were removed by using acetylene tetrabromide. After repeated crushing, classifying, and magnetic separation under ether, microscopic investigation still showed small amounts of impurities, mainly carbonate on parting cracks. Treatment with 20 per. cent. HCl at room temperature during 5 minutes caused a weak effervescence of CO_2 but caused only very little iron to go into solution. A control showed that the percentage of ferrous iron had not been diminished through oxidation during the fine grinding of the sample. The analytical results were:

---

[1] At Stabby, leuchtenbergite occurs also at idiomorphic plates in a diopside skarn. In the sulphide ores of Central Sweden, in which it is often encountered, it seems to be invariably idiomorphic towards the sulphides.

Magnetite, Sjögruvan (Svärdsjö), A. Bygdén:

Insol. in 20 % HCl (after ign.)	0.49
SiO_2	0.06
TiO_2	0.004
Al_2O_3	0.19
Fe_2O_3	68.57
FeO	29.38
MnO	0.18
MgO	0.90
CaO	0.10
H_2O	0.17
CO_2	0.03
	100.074 %

The insoluble material gave: SiO_2 0.13, Al_2O_3 0.23, Fe_2O_3 0.03, MgO 0.08, MnO and CaO traces, sum 0.47 %.

The following oxides may be supposed to enter into the magnetite: Fe_2O_3, FeO, Al_2O_3, MnO and TiO_2, entirely, and MgO in part. MgO is probably present as serpentine; possibly there is also a little brucite, although this mineral has not been identified in the sample. If MgO is detracted for serpentine (SiO_2), the molecular proportion RO: R_2O_3 becomes 0.4323: 0.4313. If, further, all H_2O were present as brucite and the equivalent MgO detracted, this would leave 0.50 per cent MgO in the magnetite, and the RO figure would be reduced to 0.4238. Since, however, the RO: R_2O_3 ratio is generally somewhat above 1, an equivalent figure is more probable, corresponding to 0.80 per cent MgO. The analysis, therefore, can be calculated thus:

Magnetite	Fe_2O_3	68.57 %	0.4294	R_2O_3 0.4313
	Al_2O_3	0.19 »	0.0019	
	FeO	29.38 »	0.4090	RO 0.4313
	MnO	0.18 »	0.0025	
	MgO	0.80 »	0.0198	
	TiO_2	0.004 »		
Impurities		0.95 »		
		100.074 %		

The only feature brought out by the analysis that can have any relation to the parting, is the MgO percentage. Unfortunately, the lack of a sufficient number of reliable magnetite analyses for comparison excludes any conclusions on this point. The cause may, instead, lie in some component present in so insignificant amounts that it was not brought out by the analysis.

Geological conclusions. The regular paragenetical relations that have now been described show such complete analogies to the ludwigite-bearing mineral associations elsewhere as to make it evident that also the Swedish occurrences must be interpreted in the same way as the latter, that is, as products of contact metasomatism. As to the igneous mother rock, only the older granite group can be thought of.

The deposits are few, however, and rather small. There is little doubt that careful search would result in the adding of a few more cases to the list, but this general type of skarn ore — high in magnesia and rather low in silica — is not common in the region, and the possible additions would not materially affect the quantitative aspect.

Yet it is clear that the evidence carries much farther, inasmuch as the genetical conclusions cannot make halt just where the borates stop to occur. Among the examples now described, both Stålbo and tabby-Maria are links in characteristic chains of ore deposits, eplacing portions of a continuous limestone or dolomite belt. Those eposits that do not carry borates, are characterized mainly by such karn as tremolite and humite minerals. The nature of these gangue licates, and the fact that they are common associates of the ontact metasomatic sulphide ores of the region, form very rong reasons to regard these deposits as products of the same ontact action as the associated borate-bearing ores. The only ifferences are the absence of boron and the higher silica (in some cases so more fluorine), and perhaps a little less magnesia.[1]

As the amount of borates varies in the deposits described, from the igh contents at Tallgruvan down to a few grains at Stålbo, one might xpect to find, as the next step, the »borate paragenesis» without any orates at all. One such case is known to the writer. In the text to the ecently published map sheet Smedjebacken (8), Hjelmqvist mentions number of small iron mines or prospects (apparently nameless) NW f the tarn Lilla Blåkulltjärn, Norrbärke Parish, one of which has been und to contain forsterite. The ore and the skarn replace a limestone yer, the northern end of which is preserved. The writer has visited e place in order to obtain material for comparison. The southernost prospects were found to contain magnetite associated with a karn of tremolite, with patches of serpentine. The northernmost rospect, on the transition to the unreplaced limestone, shows a little agnetite with diopside, but most of the ore is a magnetite with octaedral parting, replacing the carbonate rock and accompanied only by nall quantities of chondrodite and leuchtenbergite (probably this is so the place where the forsterite was found). This is the only case nown to the writer where magnetite with octahedral parting occurs an ore of the skarn or limestone types without being accompanied y borates.

How much further the genetical conclusions based on the borate aragenesis must be extended is a problem that cannot be satisfactorily eated without taking up the problem of the non-manganiferous skarn es in its whole extent. For the present it may suffice to point out vo ways of reasoning.

In regions where ore deposits formed through contact metasomatism e very numerous, and many have been carefully studied, as in western

---

[1] As to the chain of ore bodies to which belongs Stålbo, this chain includes also the yllshyttan mine, a considerable deposit of magnetite and zinc-lead ore. According to evious descriptions (7), the iron ores should belong genetically to the leptite formation, ile the sulphides are referred to the contact action of the granite. However, the results the writer's studies which will be published elsewhere, do not support this conception an important age difference between the two associated kinds of ore at Ryllshyttan.

North America, those deposits that contain borates represent only a very small fraction. The majority has a garnet-pyroxene skarn. This proportion indicates that, also in Central Sweden, most of the iron ores formed through contact metasomatism do not advertize this origin by containing such characteristic minerals as borates, but show a more commonplace mineral association.

In the same way points also the evidence of the sulphide ores of Central Sweden. When occurring in limestone or dolomite — with or without the accompaniment of skarn silicates — these ores do not, as a rule, indicate any addition of boron, although this element may sometimes be present in the associated siliceous ores in the form of tourmaline. The absence of borates is made the more remarkable by the fact that many of the ore deposits in question are accompanied just by those silicates that are characteristic of ludwigite-bearing iron ores: humite minerals, and leuchtenbergite. The only exception is supplied by the zinc ore of Dannemora[1] which is only 22 km distant from the Stabby-Maria group, and genetically related to a similar type of granite (compare also the occurrence of zinc blende at Stabby!). At Dannemora, however, the boron mineral is not a borate, but axinite.

One more point deserves attention. The fact that, at the Broby mine near Stabby, the granite brecciates the ore deposit, illustrates that such relations do not exclude that there exists a close genetical bond between the granite and the ore. This is known from contact metasomatic deposits elsewhere, but the importance of this fact has not been sufficiently realized when discussing the Swedish ores, although attention has been called to it (3).

It is obvious, on the other hand, that the conclusions based on the borate-bearing ore deposits must not be extended too far. The fact remains that there exist in Central Sweden very numerous skarn ore deposits, many of them of great importance, which must be interpreted as the metamorphic products of another, earlier mineralization.

But so much is clear from the evidence of the borate-bearing ores that a correct genetical interpretation of the non-manganiferous skarn iron ores of Central Sweden will never be attained, unless we realize that contributions from the older Archean granites, by way of contact metasomatism, have been a factor of real quantitative importance in the building up of this group of deposits.

---

[1] The sulphide ore represents a later introduction into the iron ore of this famous field (1).

List of works cited.

1. Bæckström, Olof. Bidrag till kännedom om sulfidmalmernas geologi inom Dannemorafältet. G. F. F. 55: 286 (1923).
2. Emmons, William Harvey, and Calkins, Frank Cathcart. Geology and ore deposits of the Philipsburg Quadrangle, Montana. U. S. Geol. Survey, Prof. Paper 78, 1913.
3. Geijer, Per. Svensk malmgeologisk forskning. G. F. F. 53: 87 (1921).
4. —, Riddarhytte malmfält. (Geologisk beskrivning). Kungl. Kommerskollegium, Beskr. över mineralfyndigheter, Nr. 1. Stockholm 1923.
5. —, Some mineral associations from the Norberg District. Sveriges Geol. Unders., ser. C no. 343, 1927.
6. —, Norbergs berggrund och malmfyndigheter. Sveriges Geol. Unders., ser. Ca no. 24, 1936.

Hjelmqvist, S., see 8.

7. Lindroth, Gustaf. Kalk- och skarnjärnmalmsfyndigheter som brottstycken i Bergslagens gneisgraniter. G. F. F. 46: 559 (1924).
8. Lundqvist, G., och Hjelmqvist, S. Beskr. till kartbladet Smedjebacken. Sveriges Geol. Unders., ser. Aa no. 181, 1937.
9. Magnusson, Nils H. Persbergs malmtrakt. (Geologisk beskrivning.) Kungl. Kommerskollegium, Beskr. över mineralfyndigheter, Nr. 2. Stockholm 1925.

0. —, Nordmarks malmtrakt. Sveriges Geol. Unders., ser. Ca no. 13, 1929.

1. —, Långbans malmtrakt. Sveriges Geol. Unders., ser. Ca no. 23, 1930.

2. —, The evolution of the Lower Archean rocks in Central Sweden and their iron, manganese, and sulphide ores. Quart. Journ. Geol. Soc. London. Vol. 92, p. 332 (1936).

3. Schneiderhöhn, Hans, und Ramdohr, Paul. Lehrb. der Erzmikroskopie. II. Berlin 1931.

4. Törnebohm, A. E. Geol. öfversigtskarta öfver Mellersta Sveriges Bergslag. Stockholm 1880—1882 (bl. 3, 1880).

5. Winchell, Alexander N. Elements of optical mineralogy (II) New York (3:rd ed.) 1933.

Zur »Granitisationstheorie» nochmals.

Schlusswort.

Von

H. G. Backlund.

(Manuskr. eingegangen $^{28}/_{7}$ 1938.)

Auf alle Einzelkeiten der Kontroverse in der »Granitisationstheorie» nochmals einzugehen, würde heissen, allzu grosse Forderungen auf die Geduld andrer Leser und auf die Raumverhältnisse dieser Zeitschrift zu stellen. Doch will ich versuchen einige der Unstimmigkeiten gruppenweise zu behandeln. Ich muss dann voraussetzen, dass die von Magnusson sperrgedruckten Urteile zu den wichtigsten Feststellungen gehören sollen.

1. Magnusson sagt aus, die »Sörmlandgneise» seien kein »stratigraphischer Begriff», sondern nur auf gewisse Art umgewandelte Gesteine »und nichts weiteres» (1, S. 289), ebenso sei Upland kein stratigraphischer Begriff, so wenig wie Bergslagen es sei, auch seien sie nicht »durch gänzlich verschiedene Bezeichnungen (auf der Norden-Karte) von einander abgetrennt» (1, S. 290).[1] Die schwedischen Svekofenniden teilt er ein in drei Gebiete, die »Adergneisgebiete» (im grossen ganzen meiner »Sörmlandserie» entsprechend), »Intrusionsgebiete» und »gut erhaltene Gebiete» (1, S. 292), die dreien Tiefenzonen entsprechen sollen mit der ersten zuunterst, der letzten zuoberst und der zweiten als Übergangszone (1, S. 293). Dazu kommt (1, S. 289), dass »Stratigraphisch höhere Teile (der »Leptitformation», also die sog. »Larsbo-Serie») die Sörmlandgneise beherrschen und dass gleichzeitig die Gneise — oder besser die Gneisfront — unter das eigentliche Bergslagen, dessen Gesteinskomplex meines Erachtens nach unten in Adergneise übergeht, untertauchen. Solche Adergneise tauchen auch NW von Grängesberg auf.»

In menschlicher und geologischer Denkweise kann aus den vier gleichlaufenden Feststellungen bzw. Vermutungen »zuunterst», »nach unten», »untertauchen» und »auftauchen» nur der Schluss gezogen werden und den ich auch gezogen habe (4, S. 238), dass die Sörmlandserie das Liegende der Serie von Bergslagen bildet. Eine andre Deutung muss voraussetzen, entweder dass die Sörmlandserie unter die von Bergslagen unterschoben ist (vgl. oben: »stratigraphisch höhere Teile»; oder, *vice versa*), oder dass die (harmonisch-isoklinale) Faltung der Serie von Bergslagen einen nahezu unbegrenzten »Tiefgang» entwickelt hat. Die erste Voraussetzung kann nicht dem Gang der Entwickelung entsprochen haben, da die feldgeologischen Verhältnisse hiergegen sprechen (4, S. 239); die zweite ist ebenfalls ausgeschlossen, es sei denn, dass wir auf die (aktualistischen) Erfahrungen aus anderen, jüngeren Gebirgen verzichten und die »Leptitformation» als primäre Erstarrungskruste der Erde, also ohne eigentliche »Unterlage», bezeichnen wollen.

---

[1] Der betreffende Passus soll wohl ein Zitat von 5, S. 183, zuunterst, sein, doch ist das Zitat wenig vollständig und die letzte Verneinung Magnussons bleibt vollständig unverständlich, wenn man das unmittelbar vorhergehende desselben Absatzes (5, S. 183) liest.

Die voranstehende Auseinandersetzung betrifft den formalen Gegensatz mit einer gemeinsamen Ausgangsplattform: die Sörmlandserie. Der nstrumentale Gegensatz kann folgendermassen skizziert werden.

Sowohl MAGNUSSON wie ich betrachten die »Leptitformation», die aus suprakrustalen Gesteinen aufgebaut ist, als eine mehr oder weniger feststehende stratigraphische Etage, ein stratigraphisches Niveau, MAGNUSSON so ziemlich ohne jede Reservation, ich jedoch mit der Reservation, dass wenn es sich um Oberflächenvulkanite allein handelt, ohne direkt angeschlossene Eisenerze, das stratigraphische Niveau nicht mit allzu grosser Sicherheit als Korrelat feststehen kann, da laut Erfahrungen aus jüngeren Gebirgsketten vulkanische Manifestationen sowohl wiederholt zum Abschluss des Evolutionsabschnitts hin, als auch zu *verschiedenen* Phasen des Revolutionsabschnitts und ihrer Bewegungen innerhalb derselben Geosynklinale auftreten können (vgl. 4, S. 239). Dagegen dürfte, vorausgesetzt, dass es sich um denselben Grosszyklus (= Faltengebirge) handelt, das Auftreten von mit den »Leptiten» ungefähr gleichzeitig gebildeten Eisenerzen, innerhalb ihres Verbandes, mit einiger Sicherheit gewährleisten, dass es sich um korrelate Horizonte oder Etagen handelt. Denn die Konvergenz der drei Bedingungen für die Bildung derartiger Eisenerze, nämlich a) der (damaligen) Tagesoberflächennähe (Verlandung oder geringe Seichtwasserbedeckung), b) des speziellen Klimas und c) der speziellen Biologie, dürfte sich innerhalb eines und desselben Grosszyklus, vor der endgültigen Heraushebung des Faltengebirges, kaum öfter als einmal (d. h. nnerhalb eines bestimmten Zeitabschnitts, mit lokalen und temporalen Kulminationen) wiederholen. Insofern dürfte die »Leptitformation» die Rolle eines korrelierbaren stratigraphischen Niveaus spielen, natürlich von ganz andrer Grössenordnung als in palaeontologisch dokumentierbaren Schichtenfolgen.

Nun meint mein Opponent, die Sörmlandserie sei dieselbe Serie wie die von Bergslagen (»Leptitformation» + Urgranite) mit einem (neuerdings angebrachten) Überschuss ihrer stratigraphisch höchstliegenden Glieder (der »Larsbo-Serie»), welche in grössere Tiefen mit anschliessender Metamorphose versenkt worden sei, wodurch sie den Habitus der (granat-, cordierit-, sillimanit-, ev. graphitführenden) Sörmlandgneise aufgeprägt bekommen habe. Also geologisch schematisiert dargestellt für diesen Zeitabschnitt, mit Ausschluss des späteren Eingriffs der Spät-(Ser-)Granite (vgl. Schema in 4, S. 235) würden die Ereignisse laut der Gegenpartei folgenden Verlauf gehabt haben:

Sedimentation ——→
Vulkanismus ——→
Eisenerzbildung → Faltung ——→ »Intrusion» der Urgranite ——→
gemeinsame Phasen
→ Versenkung in grosse Tiefen → Hebung in annähernd gleiches Niveau
Spezialphasen der »Sörmlandserie
→ gemeinsame Phasen.

Geologische Bedenken: a) Der Faltungsstil im Sörmlandgebiet (5, S. 187, 188) ist ein ganz andrer als im Bergslagengebiet: die Kleinfaltung, unregelmässig in Anlage und Ausbildung, herrscht dort vor, während hier die grosswellige, isoklinale und ebenwellige Faltung den Stil bestimmt. Das erste Gebiet war leicht faltbar, das zweite bot den faltenden Kräften einen grösseren Widerstand entgegen. Das kann nur durch primäre Faziesunterschiede der Sedimente selbst (nebst ihren gleichaltrigen Einschaltungen, die quantitativ an beiden Lokalen eine verschiedene Rolle gespielt haben müssen) erklärt werden. b) Auch ein noch so grosser Zusatz von Sedimenten der »Larsboserie» kann den Faltungsstil nicht geändert haben, denn teils besteht diese zu grossen Teilen aus ursprünglich wenig faltbaren Quarziten und »Grauwacken», teils wird ihr Faltungsstil, wie die Karten und Beschreibungen lehren (im Falle der »Grythytte»- und »Saxå-Serie»), von ihrem mächtigen Liegenden (»Leptite») bestimmt, c) Eine allzu grosse Rolle dürften die Gesteine der »Larsbo-Serie» nicht in dem Sörmlandgebiet spielen, denn sie führt angeblich keine Eisenerze (1, S. 288), während wohl die Eisenerze Sörmlands (Kantorp etc.) die äussere Veranlassung einer stratigraphischen Parallelisierung zur Serie von Bergslagen hin gegeben haben. d) Zu den Spezialphasen der Sörmlandserie können keine plausiblen Veranlassungen gefunden werden.

Mineralogische Bedenken: a) Eine formale Übereinstimmung einiger Gesteinsglieder (ungleichmässige Korngrösse?, Cordieritführung? u. s. w.) der Sörmlandserie mit gewissen Gesteinsgleidern der »Larsboserie» kann unmöglich als stratigraphisches Parallelisierungsprinzip benutzt werden. b) Das Auftreten von Eisenerzen in der Sörmlandserie (NB. in viel geringerem Ausmasse als in Bergslagen!) könnte nach Alternative 2 (4, S. 238, zuunterst) erklärt werden.

Chemische Bedenken: a) Bereits früher (4, S. 238) habe ich darauf hingewiesen, dass trotz der Anführung von Niggli-Diagrammen, oder gerade nach diesen Diagrammen, unbefangen interpretiert, die Hauptgesteine der Serie von Bergslagen gänzlich verschiedener Zusammensetzung und Amplitude gewesen sein müssen als die der Sörmlandserie.[1] b) Ein eingehenderes Studium der Diagramme Magnussons (ibid., Fig. 3 und 4) zeigt, dass die eigentlichen Sörmlandsgneise (Granatgneise etc.) nicht aus einer Kombination von Urgneis + »Leptit» entstanden sein können, auch Metasomatose im engeren Sinne kann hier nicht aushelfen, denn sie gibt (vgl. Diagramme!) Gesteine von andersartigen chemischen Typus; c) dieselben Diagramme zeigen ebenfalls, dass sie auch meist nicht aus Schiefermaterial vom Typus Bergslagen herstammen können; c) auch durch eine Beimengung von ansehnlichen Mengen von Sedimenten des »Larsbo»-Typus x, nach den zugänglichen chemischen Analysen (Hjelmqvist) zu urteilen, oder aus dem Gemisch »Leptit» + Urgranit + x (± spez. Metasomatose) würde bei angenäherter Berechnung ein Gestein von einem Chemismus entstehen, das noch entfernter von den eigentlichen Granatgneisen Sörmlands stehen würde als die spezielle Serie von Bergslagen; e) nach der Zahl der vorliegenden Analysen, nach den Kartenblättern (auch nach Magnussons Specialkarte, l. c. Taf. 1) und nach den Erfahrungen eigener Begehungen scheint das x-Glied des gemischten Grundgebirges von Sörmland zu überwiegen (wir auch Holmquist versucht hat diskret anzudeuten), und dieses Glied dürfte nur aus einem extremen Verwitterungsprodukt, wie es nicht in einer hohen Flyschserie, sondern in der unteren Haupt-(Evolutions-)phase einer Geosynklinalbildung angesammelt wird, also ein ursprüngliches Tonsediment repräsentieren.

---

[1] Vgl. H. N. Magnusson, Berggrunden inom Kantorps malmtrakt. S. G. U. Ser. C. No 401, S. 42 ff. Fig. 2. Ergänzend mag zitiert werden, dass ausser entgegengesetzten Max. u. Min. die Schnittpunkte der »Kurven» der Sörmlandserie (I) und der Serie von Bergslagen (II) folgende Koordinaten zeigen:

I	Si . . .	650	503	340	338	311	305	301	285	—	—	447	339	523	523	339
	% . . .	22	29	20	20	23	40	35	40	—	—	13	20	14	12	20
		alk/fm					al/fm					c/fm		alk/c		
II	Si . . .	—	—	—	—	312	290	288	276	268	190	645	623	—	—	—
	% . . .	—	—	—	—	28	40	40	39	37	42	3	3	—	—	—

Grössere Gegensätze kann man sich kaum wünschen.

Sowohl formal wie instrumental dürfte also die Sörmlandserie in ihren grössten Anteilen, mit aktualistischen Arbeitsmethoden durchleuchtet, eine (oft gesuchte) Unterlage der »Leptitformation» sein. Das schliesst aber nicht aus, das ihr Teile der »Leptitformation» aufgelagert haben und in sie eingefaltet worden sind. Ich habe hier eine ursprüngliche Sedimentationslücke, teils aus andren Gründen, ventiliert (4, S. 239), doch ohne eine Entscheidung zu finden, was ja eigentlich nicht zu verwundern ist. Eines muss jedoch kräftig unterstrichen werden: die Mächtigkeit einer vulkanischen »Leptitformation» kann in keinem Falle, wie das im Gegenteil bei den Sedimenten oft zutrifft, als relativer Masstab einer Zeitdauer ausgenutzt werden. Ebenso kann die Bildung von einem Eisenerzlager in einem solchen Milieu eine, wie u. a. FENNER gezeigt hat, im geologischen Sinne kurze Angelegenheit sein. — Die Beobachtungen meines Opponenten betreffs »untertauchen» und »auftauchen» (vgl. S. 1) dürften also vollkommen richtig sein und normale Verhältnisse abspiegeln; die Spezialphasen (vgl. oben) der Sörmlandserie dürften daher als überflüssig gestrichen werden, wenigstens in dem Umfang wie sie, wenn die Auffassung von MAGNUSSON zum Recht bestände, sich abgespielt haben müssten.

Die neue kartographische Darstellung meines Opponenten (1, Fig. 1), die strittigen Gebiete Mittelschwedens in seiner Auffassung umfassend, ist insofern von grossem Interesse, da sie die stabilen, metastabilen und labilen Abteile der westlichen Svekofenniden zum Ausdruck bringt. Diese sind jedoch eine Funktion des geologischen Baues, indem sie ein früh verfestigtes, von Anfang an wegen der Beschaffenheit und Mächtigkeit der Suprakrustalgesteine (Vulkanite grosser Mächtigkeit im Gebiet von Bergslagen, Vulkanite geringerer Mächtigkeit + schwerer faltbare, mächtige x-Sedimente im Gebiet von Upsala) weniger faltbares Gebiet von einem spät verfestigten abtrennt, in dem die leicht faltbaren (Ton-) Sedimente erst bei der zweiten Faltungsphase totgefaltet (vgl. Schema Fig. 2 in 4, S. 235) wurden. Naturgemäss bildet sich zwischen beiden eine metastabile Zone (= 2: »Intrusionsgebiet» MAGNUSSONS) mit lokalen Aufschiebungen nach Norden hin (vgl. 4, S. 238) und mit Heraushebung des labilen Anteils (= Sörmlandgebiet)[1]. Den metastabilen Charakter hat diese Medianzone bis in gotokarelidischen Zeiten beibehalten (jotnische Sandsteinfüllungen mit »subjotnischen» Effusivgesteinen im Mälargebiet). Die Marginalzone der Karte (= ebenfalls 2. »Intrusionsgebiet») bezeichnet den metastabilen Rand des Grenzgebietes zu den Gotokareliden hin und dürfte vielleicht etwas anderer (späterer?)

---

[1] Das diskordante Abschneiden (1, S. 289) an der Grenzzone zweier verschieden stabilen Massen ist eine typische Erscheinung in Granitisationsgebieten, wurde von WEGMANN diskutiert und von mir (3, S. 324) flüchtig berührt, hat aber nichts mit Epeirogenesis zu tun (1, S. 293); über diesen Begriff vgl. STILLES ›Grundfragen›.

Entstehung sein. In Anbetracht dieser Umstände habe ich den Stockholmgranit (mit dem Fellingsbrogranit u. einigen andern), entgegen der Auffassung der Norden-Karte, nicht mit dem chemisch recht ähnlichen, doch texturell abweichenden Sergranit (= Hangögranit, Spätgranit des Sörmlandgebiets = Granit der perfekten Adergneise) zusammengestellt, da Adergneisbildung und gesammelte Intrusion Exponenten verschiedener PTX-Bedingungen sind, also nicht gleichzeitig an demselben Ort in Erscheinung treten können (vgl. 4, s. 257—58). Ich stehe hierin nicht allein, die Literatur anzuführen würde Weitläufigkeiten geben.

Das stabile Feld der Karte (= 3. »Gut erhaltene Gebiete» MAGNUSSONS) umfasst zwei wesentlich verschiedene Gebiete: ein östliches, das fast ganz von Tiefengraniten beherrscht wird, mit wenigen Resten einer (gemischten) »Leptitformation», und in dieser lokale Eisenerze; und ein westliches, in dem die »Leptitformation» mit reichlichen Eisenerzen eine sehr bedeutende Rolle spielt, ja, zonenweise über den im grossen Ganzen mit dem Hauptgestein des Ostens gleichaltrigen, doch chemisch hie und da etwas differenten »Urgranit» vorherrscht. Diese Granite sind wesentlich jünger als die jüngsten Sedimentbildungen (Larsbo- resp. Grythytteserie, z. T. auch extreme Verwitterungsbildungen der vulkanischen Leptite), da diese eine Absenkung und Faltung erlitten haben,[1] bevor sie von den Graniten intrudiert und die Faltung verschärft wurde. Also durchaus nicht mit den Vulkaniten der »Leptitformation» gleichaltrig. Das verschiedene Verhalten der Granite hier und dort kann nur erklärt werden dadurch, a) dass die Granite im Osten ein tieferes Intrusionsniveau zeigen; b) dass das Intrusionsmilieu, was den ursprünglichen vorexistierenden Sedimentbestand betrifft, ein anderes gewesen ist, oder, c) dass die Intrusionswärme des Granits im Osten höher gewesen ist. Alle drei Voraussetzungen, die sich nicht gegenseitig ausschliessen, sondern sich nahezu gegenseitig bedingen, geben eindeutig an, dass es sich im Osten nur um eine Unterlage, und zwar eine direkte der Leptitformation im Westen handelt, ohne dass, wie es im Falle der Sörmlandserie als wahrscheinlich dargestellt wurde, eine Sedimentationslücke zwischen dem Osten (= Liegendes) und Westen (= Hangendes) postuliert werden braucht. Nun kommt mein Opponent endlich zu ähnlichen Resultaten, indem er (1, S. 305) neue Gesteinsgruppen im unteren Upsalagebiet eintreten lässt, »die im eigentlichen Bergslagen nicht auftreten» und dann auch (1, S. 307) entdeckt, dass die »Leptitformation» eine Suprakrustalbildung ist, also »muss sie einen Boden besessen haben». Und dieses nachdem ich in einem ganzen

---

[1] Die Restsedimente des Upsalagebiets wie auch die »Leptitformation» von Bergslagen sind, trotz der Meinung »mehrerer Forscher» (1, S. 315), vor»urgranitisch» gefaltet worden, wie Versuche von Regelungsuntersuchungen innerhalb des Upsalagebiets gezeigt haben.

Kapitel (4, S. 231—245) fast ausschliesslich von den Unterlagen, dem »Boden» der »Leptitformation» gesprochen habe. Und zwar muss dieser »Boden» im Upsalagebiet aus mächtigen, rel. kalkhaltigen Sedimenten mit rel. geringfügigen hangenden Gliedern der »Leptitformation» bestanden haben, weil a) sie a priori weniger faltbar waren; b) die chemischen Variationskurven (4, Fig. 3—10; vgl. auch 3, S. 337—39) einen Ausdruck hiervon geben, und c) das Variationsdiagramm Magnussons (1, Fig. 9) ein schönstes Zeugnis hiervon ablegt. Der Kontrast der Upsala-Unterlage gegenüber den Gesteinen von Bergslagen, nach Subtraktion ihrer Vulkanite, ist nicht allzu gross, wie die Variationsbreite der »Urgranite» hier und dort, d. h. ihrer Granitisationsprodukte und ihr Diagramm zeigt, und wie von mir betont wurde, da auch hier Kalksteine rel. zahlreich sind.

Mein Opponent hat also die Möglichkeit einer geologisch-stratigraphischen Dreiteilung des schwedischen Anteils der Svekofenniden nicht nur nicht widerlegt, sondern im Gegenteil weitere Stützen hierfür ans Tageslicht geschafft. Seine Dreiteilung ist eine Konsequenz der meinigen, was stark für ihre Realität spricht.

Obgleich die zahlreichen übrigen Einwände hauptsächlich auf radikalen Missverständnissen beruhen — sie sollen am Schluss kurz gestreift werden —, so soll doch hier noch kurz auf den gesperrten Schlussabsatz (1, S. 315) eingegangen werden.

Mein Opponent sagt aus: »Durch Assimilation von Material konnte die Zusammensetzung zwar modifiziert, aber nicht grundwesentlich verändert werden. Dies ist der grosse Unterschied zwischen meiner Auffassung und der Backlunds. — Wie oben hervorgehoben wurde, erhält man ein ganz anderes Bild von der spätsvionischen Adergneisbildung. (gesperrt:) Der Fehler, den Backlund meines Erachtens betreffs der Urgranite begeht, ist, dass er die Erfahrungen von den palingenen Zonen in Södermanland und dem südwestlichen Finnland allzu streng auf die Urgranite überträgt, indem er sie als genetisch übereinstimmende Bildungen betrachtet».

Ebensowenig wie ich von der »heutigen Tektonik» (1, S. 315 oben) ausgegangen bin, um die Mise-en-place der »Urgranite» zu ermöglichen (vgl. 4, Schema Fig. 2 nebst Erläuterungen S. 235—36), so wenig habe ich mit »Assimilation von Material» im petrologischen Sinne gearbeitet, um zu den »Urgraniten» zu kommen. Im Gegenteil, das Literatur- und Feldstudium hat mich zur Überzeugung geführt, dass eine Assimilation im petrologischen Sinn über Grossgebiete nicht stattgefunden haben kann, deshalb habe ich durchweg den Ausdruck »Granitisation» benutzt, um nicht das Instrumentale mit der Benennung zu verquicken und ohne Rücksicht darauf, dass in gewissen Fällen syenitische und dioritische

Gesteine entstehen können. Ich habe sogar vorsichtig in einer Fussnote (4, S. 234, auch 5, S. 191) den Ausdruck »Rheomorphose» und »Rheomorphite» vorgeschlagen, um damit Missverständnisse betreffs Assimilation zu vermeiden. Dem Ausdruck »granitischer Saft» (1, S. 288) habe ich die Bezeichnung »Emanation» als neutral vorgezogen, da es sich weder um granitische Zusammensetzung noch um »saftige» Beschaffenheit des Zuschusses handelt, wie ich zahlenmässig wiederholt (3, S. 322, Tabelle II; S. 326, Tabelle VI) für extreme Fälle nachgewiesen habe. Wenn MAGNUSSON zum Schluss ein Gleichheitszeichen zwischen petrologische Assimilation und Granitisation in meiner Auffassung setzt (die Differenz ist besonders gross in den räumlichen Bedingungen!), so geht er damit seine eignen Wege, die nicht zur Verständigung führen können. Verlegt er aber, wie es aus dem ersten Diskussionsbeitrag (2, Fig. 4, S. 546) hervorgeht, die Bildung der »Urgranite» in grössere Tiefen (allerdings versucht er wieder neuerdings, nach der neuen Publikation HJELMQVISTS[1], diese Tiefe bedeutend zu modifizieren, indem er die Migmatitbildung bis nahe an die stratigraphisch höchste »Larsboserie» steigen lässt; bei HJELMQVIST kann es sich weder um »Differentialanatexis», noch um Aufschmelzung im petrologischen Sinne handeln) und könnte er im übrigen ihnen eine den Spätgraniten (= »echten» Migmatiten = Sergraniten = Hangögraniten) analoge Entstehung zuerkennen, so wäre eine weitere Prinzipiendiskussion überflüssig. Jedenfalls ist das Homogenisierungsproblem z. B. der Hangögranite an der Ostseite des Orijärvi-Gebiets weit grösser als in vielen Fällen das der »Urgranite» gegenüber gewissen Sedimenten. Fehlerhaft ist es allerdings, einen durch lokale PTX-Verhältnisse bedingten Spezialfall oder Etappe, nämlich die Adergneisbildung (vgl. 5, S. 199), als Prototypus des ganzen Prozesses der Migmatitbildung (oder Granitisierung) aufzustellen, und daraus allgemeine Schlüsse auf gänzlich verschiedene Entstehung zu ziehen. Falsch ist es auch zu behaupten, ich hätte die Prim-(»Ur-»)granite und Ser-(Migmatit-, Spät-)granite als genetisch übereinstimmende Bildungen bezeichnet, denn ich habe ihnen von jeher und wiederholt verschiedene PTX-Bedingungen der Bildung zugeschrieben, welche ja am radikalsten ihren Werdegang beeinflusst haben dürften. Völlig fehlerhaft ist es schliesslich, zu behaupten, ich hätte die Erfahrungen »von Södermanland und dem südwestlichen Finnland» zu streng übertragen; denn ich habe meine Erfahrungen zum Prozess der Granitisierung unabhängig aus dreidimensionalen Feldstudien über das Verhalten von Prim- und Sergraniten zu einander und zu dem gemischten Sedimentärbestand des Grundgebirges

---

[1] S. HJELMQVIST: Über Sedimentgesteine in der Leptitformation Mittelschwedens, die sogenannte »Larsboserie». S. G. U. Ser. C. No 413 (1938).

(in Ostgrönland) geschöpft, und dann meine Erfahrungen an den zweidimensionalen Vorkommen und Felsentblössungen Fennoskandias, spez. Schwedens ausserhalb der von Magnusson genannten Gebiete im Felde und mit Leitung vorliegender Spezialliteratur nachgeprüft.

2. Mein Opponent führt eine Reihe von Namen bedeutender Forscher an, die vor mir zu wichtigen Resultaten, mit den von mir angedeuteten gleichlaufend, ähnlich oder abweichend, innerhalb der geologischen Erforschung Fennoskandias gekommen sind. Diese Anführungen können den Anschein erwecken, als hätte ich versäumt, Vorgänger oder Kollegen auf dem gemeinsamen Arbeitsfeld gebührend zu beachten. Ich habe 180 Arbeiten in drei ungefähr gleichlaufenden Aufsätzen einmalig angeführt, dazu etwa 30 gemeinsam in zweien der Aufsätze. Schliesslich sind etwa 70 Arbeiten in einer gleichlaufenden, etwas später gedruckten vierten Publikation angeführt worden.[1] Wenn etwa weitere Beiträge, die ev. mit dem in diesen Arbeiten behandelten Problemkomplex in Kontakt stehen, nicht angeführt worden sind, so beruht das nicht darauf, dass ich sie nicht konsultiert haben sollte, sondern weil die Liste der Zitate nun mal abgeschlossen werden muss, um das Druckkonto nicht allzusehr zu belasten. Gegen einen Ausspruch Magnussons möchte ich doch meinen Einwand erheben; ich habe nie die Ehre gehabt ein Schüler Sederholms gewesen zu sein, denn ich habe, ausser in vielen international betonten Exkursionen, nicht das Vergnügen und die Ehre gehabt, weder mit ihm in intimeren Spezialexkursionen mit Demonstrationszwecken die von ihm behandelten Problemkomplexe zu diskutieren, noch unter ihm oder im Einverstand mit ihm, etwaige Feld- oder Laboratoriumsarbeiten auszuführen. Die Definition einer Schülerstellung ist ja allerdings recht wage; dass wir von Vorgängern Ideengänge übernehmen, entwickeln und im positiven Sinn kritisch sichten, ist wohl in der Welt der Wissenschaft die Regel, braucht aber nicht ein Kriterium der speziellen Schülerstellung zu sein. Die tiefe und universale Bedeutung des bahnbrechenden Ideenganges Sederholms kam mir erst 1929 an dem Feldbeispiel NO-Grönlands zum vollen Bewusstsein, wobei ich nicht versäumt habe seine Urheberschaft immer und immer wieder hervorzuheben.

Es ist nicht richtig, den Ideengang der Hypothese von einer Aufschmelzung der Unterkruste als einen direkten Vorläufer der »Granitisationstheorie» darzustellen (1, S. 286). Diese Hypothese wurde formal früh aufgegeben, da sich an sie unüberwindbare Schwierigkeiten der Vorstellung über die dienstbaren Wärmevorräte und Temperaturgrade, die wechselnde Beschaffenheit der Unterkruste und die Raumverhältnisse vor und nach der Aufschmelzung knüpften. Zumal wurde stillschweigend angenommen, aber auch oft laut ausgesprochen, es handle sich um einzige Geschehnisse des Archäikums, ganz verschieden von denen in späteren Zeiten, weil die einstige Erstarrungskruste sich noch in nahezu unmittelbarer Reichweite befände, dass also Beobachtungen aus jüngeren Gebirgen oder Teilen der Erdkruste zum Vergleich nicht herangezogen werden könnten. Als dann aber erkannt wurde, dass ähnliche oder identische Produkte in jüngeren Gebirgsketten auftreten und sogar in relativ hoher stratigraphischer Position innerhalb normaler und dem Alter nach fixierbarer Sedimente anzutreffen sind, die »Aufschmelzprodukte» jedoch chemisch nicht unmittelbar aus ihrer näheren oder ferneren Umgebung abgeleitet werden konnten, so musste die Aufschmelzhypothese aufgegeben werden. Für das ältere Praekambrium musste ihr die Giltigkeit endgültig abgesprochen werden, wenn man in ihm oder in seinen verschiedenen Teilen nicht nur die Spuren, sondern sogar die volle Entwicklung des Werdeganges eines Faltengebirges, mit seinen Evolutions- und Revolutionsphasen, verfolgen will und kann. Denn auch dann kommen die mutmasslichen »Aufschmelzprodukte» rel. hoch in der Serie der ursprünglichen Suprakrustalgesteine zu liegen.

---

[1] H. G. Backlund: The problems of the Rapakivi granites. Journal of Geology 46. 1938. S. 339—396.

Es ist ein Irrtum, »dass es recht unnötig sein dürfte, vor schwedischen Geologen — es wäre denn vor den wenigen Anhängern der magmatischen Theorie — zu betonen, dass wir bei unserer Arbeit von aktualistischen Anschauungen ausgehen müssen» (1, S. 287). Denn hätte ich Schwedisch geschrieben, würde ich es vielleicht nicht erwähnt haben, obgleich auch hier die Begriffe des Aktualismus oft recht verschwommen sind (vgl. oben). Nun schrieb ich aber Deutsch, teils weil der Hauptteil der Diskussionen, Berechnungen und Diagramme Fragen berüht, in denen die Diskrepanz zwischen Theorie und Praxis, ja sogar zwischen Laboratorium und Feldbefund täglich immer stärker wird und die Entwicklung einer auf fennoskandischen Gebiet entstandenen Hypothese vielversprechend und bedeutungsvoll erschien; teils weil noch immer die Meinung weitverbreitet ist, das Aktualitätsprinzip habe keine Anwendung auf das Praekambrium — sogar in dem vortrefflichen Buch von Bucher[1], das eigentlich zu dem Handapparat eines jeden Geologen gehören sollte, wird diese Meinung ausgesprochen.

3. Es ist wahr, dass mein Opponent schon früher ähnliche, an Sederholm anschliessende Gedankengänge betreffs des Werdeganges der svionischen Spätgranite ausgesprochen hat und sie jetzt mit einigem Nachdrack wiederholt (1, S. 288). Doch da er noch immer von »granitischen Säften» und von »Durchsaftung» spricht, so ist sein Gedanken-

---

[1] W. H. Bucher: The deformation of the Earth's crust. Princeton 1933.

gang abweichend von dem meinigen (vgl. oben), auch darin, dass er erst jetzt zugibt, dass der Vorgang, »wenn man so will, natürlich eine Granitisation» genannt werden kann, deren Gefolgeerscheinungen in gewissen Fällen, wie wiederholt betont, eine Pegmatitbildung ist. Es ist vielleicht gerade die Folge dieser Differenz, dass die Opposition so scharf ist, wenn es sich um die Ausdehnung meiner Konzeption auf die Bildung der Prim-(»Ur»-)granite handelt. Leider lässt sie durchblicken, ich hätte die Neigung, Feldbeobachtungen und andre Untersuchungen vieler Jahre als wertlos zu stempeln. Gerade das Gegenteil ist der Fall, denn es handelt sich um Interpretationen mit weitgehender Ausnützung dankbarst bereitgestellter neuer Daten. Und dass die Interpretation bei MAGNUSSON weder einheitlich noch feststehend ist, läuft wie ein roter Faden durch seine beiden Diskussionsbeiträge. Ich finde z. B., und wahrscheinlich viele unvoreingenommene Leser mit mir, dass seine neuen Diagramme Fig. 2—8. einen ausgezeichneten Beitrag liefern zur Beleuchtung der in Etappen vorschreitenden Homogenisierungsarbeit der successiven Granitisationen. Schon die Bildung der vulkanitischen »Leptite» zeigt einen Ansatz in diese Richtung — ich habe jedoch wiederholt unterstrichen, dass die schwierige Frage der Genesis saurer (kieselsäurereicher) Effusivgesteine, speziell der vulkanitischen »Leptite», durchaus noch nicht reif ist, bei dem jetzigen Stand unsres Wissens und Überblicks erschöpfend diskutiert zu werden. — Die Früh-(»Ur»-)granite zeigen ihn schon ganz entschieden; ganz ausgesprochen und beinahe extrem die Ser-(Spät-)granite. Es kann sogar aus den Diagrammen mit recht grosser Sicherkeit qualitativ und nahezu quantitativ herausgelesen werden, welche stofflichen Gruppen zu der Schar der Immigrationselemente (Fig. 2, 3?, 5, 6?), welche zu der der Emigration (Fig. 3, 7) gehören, wobei im letzten Falle auch ein angenähertes Bild der speziellen, von ESKOLA, GEIJER, MAGNUSSON so vortrefflich beschriebenen »Metasomatose» erhalten wird. Ferner könnten diese Diagramme, wenn dicht genug belegt, Aufschlüsse darüber geben, ob es sich in einer bestimmten Serie (z. B. der Sörmlandserie) um ihre Ser-(Spät-)-granite oder um ev. spätere Fremdgranite handelt (Fig. 9, 10). Da die Ser-(Spät-)granite nicht eigentliche magmatische Differentiationsprodukte im petrologischen Sinn sind, also die Konstruktion von »Differentiationskurven» als solche illusorisch ist, so legt es ein Vergleich der verschiedener Diagramme und Mittelkurven nahe, dass es sich im Falle der Prim-(»Ur-»)granite auch nicht gut um solche Produkte handeln kann.[1] Dann kann aber die fein- bis aplitisch-körnige, natronreiche Randfaziesbildung einiger sowohl Prim- als Sergranite (1, S. 306, 308, 309) ebenfalls weder ein Assimilationsprodukt des Nebengesteins sein, denn sie tritt ja, wie wiederholt hervorgehoben, zum Kontakt sowohl von Na- wie von K-»Leptiten» hin auf; noch kann sie ein Differentiationsprodukt sein, denn liquide Differentiation ist wegen Position und Chemismus ausgeschlossen, Kristallisationsdifferentiation, auch unter Mithilfe von Wasserdämpfen oder anderen flüchtigen Bestandteilen, entspricht nicht den texturellen und mineralogischen Befunden.[1] Alles dieses wurde bereits besprochen (5, S. 192) und der neutrale Weg zur Klärung angedeutet. Es darf aber in diesem Zusammenhange nicht vergessen werden, dass es gerade H. E. Johanssons grosses Verdienst ist, gezeigt zu haben, dass die Differentiationshypothese betreffs der Genese der granitischen Tiefen- und Ergussgesteine des fennoskandischen Archäikums keine konsequente Anwendung finden kann. Einen konsequenten Ausweg scheint jedoch bis auf weiteres ein Verständnis für den Granitisationsakt zu bieten.

---

[1] Die NIGGLI-Koordinaten dieser Gesteine fallen innerhalb der Räume, die von jeher Schwierigkeiten zur Aufstellung von »Differentiationsreihen» bereitet haben.

4. Betreffs der Missverständnisse will ich versuchen, mich kurz zu fassen. Mein Opponent meint erneut und wiederholt (1, S. 286, 311; vgl. auch 2, S. 525), ich hätte im Anfang den Granitisationen nur in-situ-Berechtigung zugesprochen und erst in dem letzten Beitrag eine, wenn auch bescheidene, Mobilisation (5, S. 189) zugelassen. Ich konstatiere dagegen dass ich von Anfang an zwei extrem-monomineralische Fälle (Quarzit und Kalkstein) behandelt habe (3, S. 323—325, 338—343), gerade um die entstehenden Volumenverhältnisse, und damit auch die extremen Mobilisationen, zu unterstreichen; die Mobilisation der granitisierten gemischten Sedimente erreicht natürlich intermediäre Werte. Ich habe vielleicht den Mobilitätsgrad der granitisierten reinen Tonsedimente etwas zu unbestimmt gefasst, da ich ihr ursprüngliches Porositätsvolumen etwas überschätzt, ihren Gehalt an Flüchtigem etwas unterschätzt habe. Auch ist fehlerhalt zu vermuten, dass ich »eine eigentliche Versetzung der auf diese Art gebildeten Granitmasse» nicht zulassen wolle, weil sie dann konform den »Intrusionen der ältereren von ihm (mir) verworfenen Auffassung» sein würden. Es handelt sich aber, wie wiederholt betont, um die Art der Bildung und um Raumfragen, denn die »älteren Auffassung» beschäftigt sich kaum hiermit. Sie konstruiert frisch in der Tiefe sekundäre Magmaherde (1, S. 308), deren Zahl bei Spezialisierung der Untersuchung stets grösser wird, und deren Dimensionen doch Raum geben sollen für langdauernde und extreme Differentiationen, für welche weder die postulierten Temperaturen, noch die gewünschten Gasgehälter, wohlgemerkt in Fällen der

---

[1] Magnusson spricht neurdings von einer frühen Entgasung der »Urgranite» (1, S. 309).

granitischen Zusammensetzungen, günstig erscheinen. — Eigentümlich ist, dass MAGNUSSON behauptet, ich habe erst spät eine Mobilisation zugelassen, während die Raumfrage von Anfang an für mich von Bedeutung gewesen sei: sie hängen doch so innig zusammen; auch im Falle der Diskussion über die Genesis der Rapakivigesteine hat man mir vorgeworfen, ich habe erst spät die Raumfrage vorgeschoben.

Mein Opponent drückt seine Missbilligung aus, dass ich WEGMANN als Stütze zitiere für meine »generelle Granitisationstheorie» (1, S. 286) — hier ist in-situ falsch —. WEGMANN hat als erster versucht, eine sinngemässe Deutung des Prozesses der Granitisation, unabhängig von der Stellung als Prim- oder Sergranite, zu geben und muss deshalb bei allen einschlägigen Untersuchungen zitiert werden.

Mein Opponent bezeichnet meine Aussage, die Gesteine, in denen die Kalksteine und Eisenerze von Sörmland stecken, seien »sedimentogene Metamorphite», als falsch (1, S. 288). Das Zitat (wohl 5, S. 185) ist sinnstörend, weil aus dem Zusammenhang gerissen, denn anderswo (z. B. 1, S. 183) gehe ich wiederholt auf den Bestand der Gesteine ein (vgl. oben).

Mein Opponent kann nicht den Granitisationsakt als in Bedeutung ungefähr dem Evolutionsprinzip gleichlaufend anerkennen (1, S. 288). Der Akt knüpft doch unmittelbar an das letztere an und bedingt es sozusagen, wie mein Opponent an andrer Stelle (1, S. 311) andeutet; und die Idee des Kreislaufs grösserer oder kleinerer Länge in der Geologie, die Grundbedingung des Evolutionsprinzips, fusst ja auf Aktualitäten.

Mein Opponent beanstandet (1, S. 293) meine Diskussion des Fehlens der Pegmatite im Zusammenhang mit der Bildung der Prim-(»Ur-») granite: dass bei dem Erstaufstieg die Emanationen »hauptsächlich auf Alkalienarme oder verarmte Gesteine trafen». Zur Aufklärung kann erwähnt werden, dass 1) die alkalireichen Vulkanite infolge der herrschenden Temperaturbedingungen als bereits »fertige» Gesteine — ihr Werdegang ist ein besonderes Kapitel (vgl. oben) — »Emanations»-impermeabel waren (vgl. 5, S. 194); 2) der Inhalt der breiten Streifen in Bergslagen, die jetzt von »Urgraniten» eingenommen werden, in vorgranitischer Zeit räumlich-inhaltlich zu grossen Teilen ergänzt werden muss: es waren sicher keine »Leptite» des unteren Komplexes; 3) die Verwitterungssedimente stratigraphisch so hoch lagen oberhalb des Granitisationsniveaus, dass sie nur von der Intrusionstektonik betroffen wurden; 4) überhaupt der häufige Wechsel von Rheomorphiten und richtig laufenden Intrusionen von der rel. hohen stratigraphischen Lage der Bergslagen-Serie innerhalb der Geosynklinalfolge bedingt wurde. Dasselbe gilt für die Ser-(Spät-)granite (den zweiten Aufstieg von »Emanationen») auch betreffs der Gesteine mit grossem Al-Überschusse, n denen dieser bereits zum Teil vor der ersten Granitisation mittels des emperaturanstiegs durch Kristallisationen fixiert und dem weiteren Jmsatz, mit Ausnahme vielleicht von Umkristallisation, entzogen wur- e; seine Minerale (Cordierit, Granat, Andalusit, Sillimanit u dgl.) sind ekanntlich über weite Temperaturbereiche existenzfähig. Die »pegma- itschlierigen Gesteine» (1, S. 295) werden durch die Verschärfung extureller Grenzen bedingt (5, S. 194).

Wenn ich aussage, dass homogene Sedimente homogene Granitisa- ionsprodukte liefern, so gilt der Satz nicht umgekehrt; es ist gerade das harakteristische der Granitisation, dass sie Homogenisierungsaktionen ollführt, die weder durch Aufschmelzungs-, noch durch Assimilations- kte erklärt werden können (1, S. 310). Das Beispiel der Ser-(Spät-) ranite, speziell des Hangögranits, dürfte vollständig überzeugend die- en unmittelbaren Prozess beleuchten. Auch bei mutmasslichen Intru- ionen von sehr grossen Dimensionen, wie die des Upsalagebiets, muss ie Raumfrage erst recht in den Vordergrund treten: eine Aufschmel- ung von dergleichen grossen Dimensionen fordert enorme Wärme- berschüsse, deren Ursprung nirgends zu lokalisieren ist; und eine vor- xistierende Gesteinskombination des Edukts, die nur mit dem Pro- ukt in naher chemischer Übereinstimmung gestanden haben muss, as gegen die Feldbefunde spricht. Ein Assimilationsvorgang (mit In- rusion grossen Stiles) muss sowohl das Wärme- und das Homogeni- ierungsproblem, als auch besonders das Raumproblem bewältigen kön- en, um überhaupt auch nur in der Lage zu sein die Mise-en-place ein- uleiten. Das Raumproblem bleibt dasselbe, ob nun die präexi- tierender Gesteine stark oder schwach gefaltet, stark oder schwach um- ewandelt gewesen sind (1, S. 314). Die zentralen und randlichen Rest- exturen und -strukturen sagen aus, dass es ein Raumproblem im Sinne iner petrologisch definierten Assimilation im Falle des Upsalagranits icht gegeben hat.

Mein Opponent ist im Irrtum, wenn er meint, dass von einem Grani- isationsakt verlangt werden muss, sein Produkt soll durchge- ends die vollen »Eigenschaften einer Schmelze» gehabt haben (1, S. 12); wie vorhin erwähnt, können viele Randfaziesausbildungen nicht om Standpunkt einer Schmelze erklärt werden. Ein eingehenderes tudium der Mikrostrukturen und -texturen und eine rationale Kon- rolle der Ausscheidungsfolgen u. dgl. mehr und ihre konsequente Dis- ussion zeigt mit jedem Tage immer deutlicher, dass die Ausnahmen von en als gültig festgestellten Regeln fast noch häufiger sind als die Fälle, ie den Regeln folgen. Denn eine nackte Aufzählung des qualitativen ineralbestandes gibt noch keine Anhaltspunkte weder in der einen och in der andern Richtung. In diesem Punkte unterscheiden sich vielleicht die Granite der Archäikums meist von den »echten» Graniten in den stratigraphisch hohen Gesteinsfolgen jüngerer Faltengebirge (vgl. 5, S. 187).

Hiermit sei dem bereits allzu weitläufigen Schlusswort ein Ende gesetzt. Eine neue Hypothese kann nicht gleich zu Anfang ihrer Promulgation alle Probleme und Phänomene restlos erklären. Den älteren Hypothesen sind die Probleme in immerfort anwachsender Zahl von Fällen über den Kopf gewachsen, sie müssen in immer weiterer Erstreckung zu geologisch irrationalen Hilfskonstruktionen greifen. Ich habe selbst wiederholt unterstrichen (z. B. 3, S. 337), dass noch viel Forschungsarbeit zu leisten ist. Und ich konstatiere, dass mein Opponent trotz heftigen Sträubens sich doch für alle Fälle ein Schlupfloch in die »Granitisationstheorie» offen gelassen hat (1, S. 310), das zur schliesslichen Verständigung führen könnte.

1938. Juli 22.

Schriftenunterlage.

1. Magnusson, N. H., Die Genesis der Svionischen Granite. Zur Diskussion über die Granitisationstheorie. Dies. Zeitschr. 60. 1938. 285—316.
2. —, Die Granitisationstheorie und deren Anwendung für Svionische Gneise Mittelschwedens. Ebenda 59. 1937. 525—548.
3. Backlund, H. G., Der »Magmaaufstieg» in Faltengebirgen. Bull. Comm. Géol. Finl. 115. 1936. 293—347.
4. —, Die Umgrenzung der Svekofenniden. Bull. Geol. Inst. Upsala. 27. 1937. 219—269.
5. —, Zur »Granitisationstheorie». Eine Verdeutlichung. Dies. Zeitschr. 60. 1938. 177—199.

Pitekonglomeratet och dess åldersställning.

With an English summary.

Av

ERLAND GRIP.

(Manuskr. inkommet $^{19}/_{11}$ 1938.)

Inledning.

I trakten av Piteå har man sedan länge känt till förekomsten av ett nglomerat. Geologer ha många gånger besökt lokalerna öster om teå, framförallt vid Degerberget. I litteraturen omnämnes detta s. k. tekonglomerat endast helt kortfattat, då författarna blott exkursions- s besökt trakten. SVENONIUS (1) omnämner det redan 1892 och senast river A. HÖGBOM (2) 1931: »Pitekonglomeratet är ett starkt pressat, lymikt konglomerat med bollar av hypabyssiska intrusivbergarter. et genomsättes av amfibolitiserade grönstensgångar, vilka i sin tur skäras av pegmatitgångar.»

På en rekognosceringstur längs kusten hittade jag i somras NO om teå nya lokaler med konglomerat, som innehöll rikligt med granit- llar. Detta gjorde, att jag litet närmare kom att undersöka Pite- nglomeratet och hithörande bergarter. För fältarbetet har jag haft mycket begränsad tid till mitt förfogande. Skissen över Pitetrak- ns berggrund, fig. 1, har ritats på grundval av ett ganska glest nät av servationspunkter, men kompletterats efter genomgång av stuffer ån Pitetrakten i S. G. U:s samlingar och uppgifter, som dr A. BYGDÉN lvilligt ställt till förfogande.

Degerberget.

7 km OSO om Piteå ligger Degerberget, som är den klassiska lokalen r Pitekonglomeratet. Berggrunden är här mycket väl blottad. Över örre delen av berget anstår ett konglomerat, där kvarts- och kvartsit- llar dominera. Bland andra bergarter, som ingå i bollarna, märkas ndiga och finare sediment, basiska och sura lavor samt en finkornig å granit. Bollarnas storlek håller sig vanligen omkring några cm,

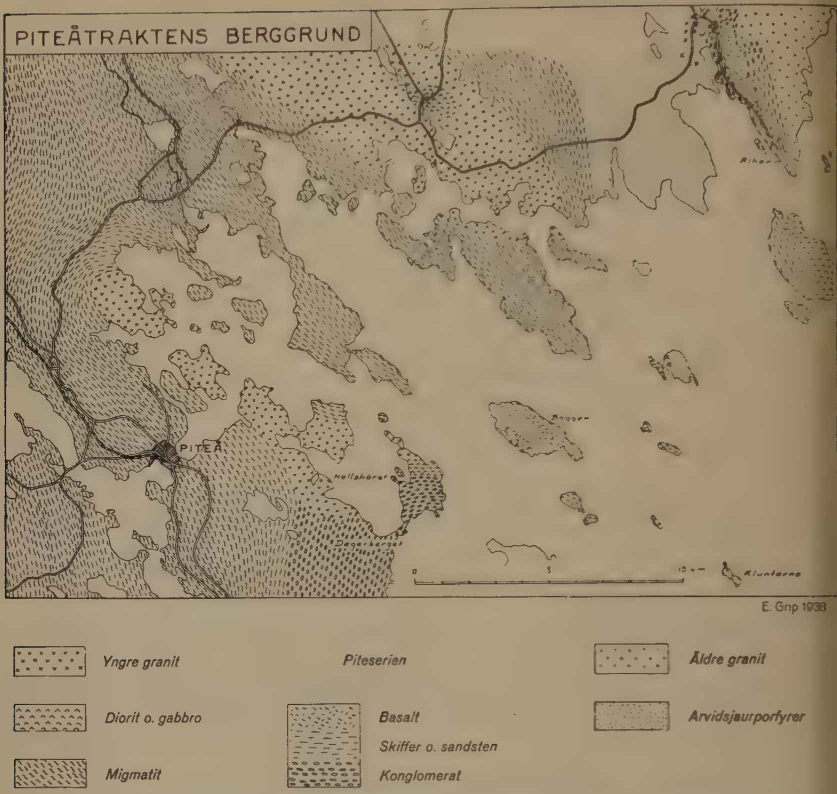


Fig. 1. Skiss över Piteåtraktens berggrund. Skala 1 : 284 000.

men kan någon gång vara ända upp till 1 m i genomskärning. En tydli skiktning av material med olika grovlek förekommer och strykninge är N—S, 90°. Bollarna äro starkt utvalsade parallellt med strykning riktningen. I N-kanten av berget tillkommer också en pressningsrik ning i O—W, 90°. Här har en vertikal stänglighet utbildats. Konglo meratet är mestadels starkt epidotfläckigt.

Konglomeratet genomslås av gångar. Bland dessa äro amfiboli gångar och en något yngre monzonitgång deformerade i samma gra som konglomeratet, medan granit- och pegmatitgångar äro yngre oc i mycket mindre grad mekaniskt deformerade.

Särskilt på nordsidan av berget uppträder en granit, som slår igeno konglomeratet och lokalt även förgnejsat detta. Det är en röd, mede kornig granit med starkt undulös kvarts, mikroklinpertit och olig klas (An_{12-20}) samt sparsamt inströdd biotit med pleokroism i sepia oc svartbrunt. Dessutom finns små mängder sericit, klorit, epidot oc irkon. Granitens sammansättning framgår av följande geometriska nalys[1]:

Kvarts	28 vikt %
Mikroklin	41 »
Oligoklas (An_{12-20})	27 »
Biotit o. acc.	4 »
	100 vikt %

Hällskäret.

2 km NO om Degerberget ligger det lilla Hällskäret med ypperliga lottningar i kalspolade hällar. På sydhälften av skäret anstår kvartsit-onglomerat av samma typ som i Degerberget. Konglomeratet är ycket starkt pressat, brant upprest och stryker i en båge med den onkava sidan mot söder. Veckaxelns riktning är c:a 65° WSW.

Mot norr, alltså under konglomeratet, uppträda bandade sediment, estadels kvartsitiska. Dessa sediment äro parallellt med skiktytorna truderade av en hornbländediorit, som är finkornig i de tunnare lager-ångarna, men grövre längre norr ut, där den uppträder i större massiv. en grövre dioriten breccierar även sina finkornigare varieteter. Korn-orleken blir upp till 2 mm. De finkorniga typerna ha intersertalstruk-r medan de grövre äro mer isometriska i sin kornstruktur. Pla-ioklasen är en andesin, som är listformig, svagt zonarbyggd och ofta ågot saussuritiserad. Hornbländet är, särskilt i de finkornigare ty-erna, ofta idiomorft utbildat till korta prismor, som begränsas av (001). tt system av fina genomgångar parallellt med basisytan uppträder ycket ofta. $c:\gamma = 21°$. $2V_{\alpha} = 80°—90°$. Pleokroismen är α blekgul, olivgrön, γ blågrön. Biotitens pleokroism är ljust halmgul och sepia. vartsen bildar små spridda korn. Bland accessorierna märkas magnet-is, som förekommer rikligare ansamlad i ett par stråk, samt titanit, til, apatit och zirkon. Dioritens mineralsammansättning framgår av ljande geometriska analyser:

	I	II	III	
lagioklas	An_{45} 32	An_{40} 37	An_{35} 40	vikt %
ornblände	53	53	37	»
iotit	10	5	17	»
varts	3	3	5	»
ccessorier	2	2	1	»
	100	100	100	vikt %
ec. vikt, bestämd	2.93	2.98	2.92	
ornstorlek $\leqslant$	0.6	1.2	2	mm

---

[1] De geometriska analyserna ha alla utförts med korsbord. Med jämna rörelser har ipprovet stegvis framflyttats längs parallella linjer. På detta sätt har ett nät av punkter ed 1 mm:s avstånd från varandra lagts över hela slipprovet. För varje punkt har mine-let under hårkorset bestämts. Antalet punkter, som falla på vart och ett av de olika ineralen, ger ett statistiskt mått på mineralens volymsförhållanden. Pertiten har vid ätningen uppdelats i sina två komponenter mikroklin och plagioklas. Mineralens sp. v. l. handböcker.

Såväl sedimenten som dioriten genombrytes av en röd, medelkornig biotitgranit av samma typ som i Degerberget och av dess pegmatit. Temperaturen vid intrusionen måste ha varit ganska hög, då både sediment och diorit delvis assimilerats av graniten. Jmf. fig. 2. — Graniten anstår i större massiv norr ut.

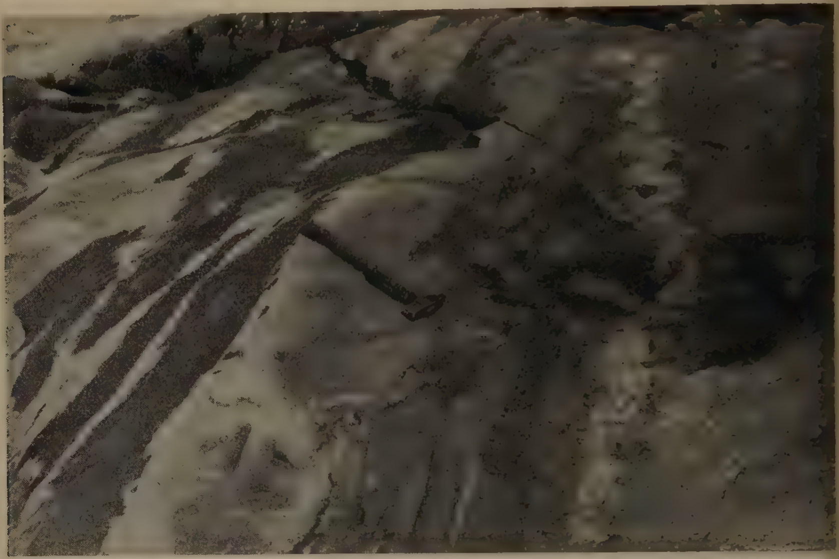


Fig. 2. Bandad kvartsit (till höger) och diorit (till vänster) genombrytas av granit (under hammarskaftet och i dioriten). Hammarskaftet pekar mot N.—Hällskäret.

Baggen och Kluntarna.

14 km öster om Piteå ligger en ö vid namn Baggen, vilken på sydvästsidan har goda blottningar. Här finns en serie sedimentbergarter, som stryka N 45—60° W och stupa 50—60° mot N. De äro ganska starkt metamorfoserade, men sedimentstrukturer äro dock iakttagbara. I serien ingå glasiga kvartsiter med strukturer tydande på konglomeratursprung, gråvackekonglomerat, fylliter, diopsidskiffrar med »pillow»-artade strukturer och amfibolitiska skiffrar, som torde ha varit dels andesitiska lavor och dels tuffer. Serien måste alltså ha bestått av sediment av högst växlande sammansättning: kvartskonglomerat och sandsten, märgel och lera samt basisk lava med åtföljande tuff.

Yngre än denna serie är en grå, något gnejsig granit, som är intruderad parallellt med fyllitens skiktning. Granitens sammansättning framgår av nedanstående geometriska analys:

Kvarts	29 vikt %
Mikroklin	28 »
Oligoklas (An_{20-24})	25 »
Biotit (halmgul; sepia)	18 »
	100 vikt %

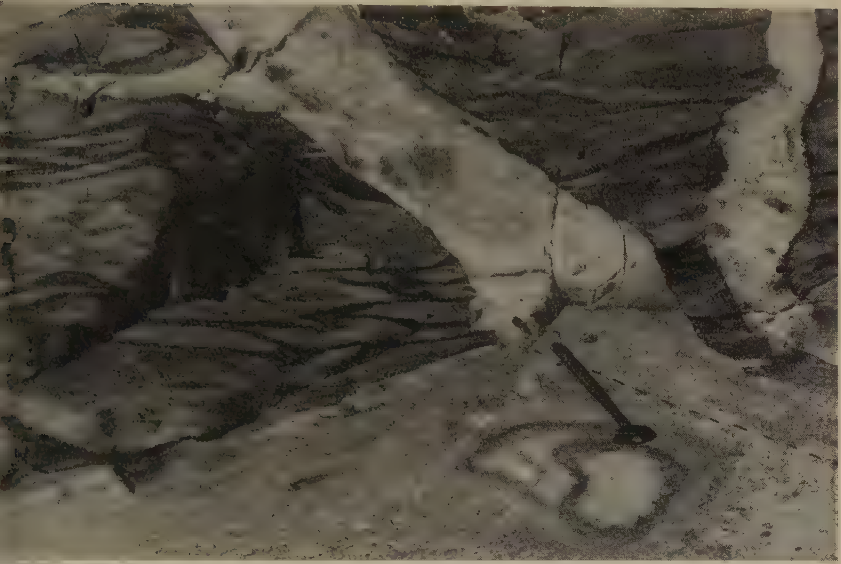


Fig. 3. Diopsidskiffer intruderad av en grå, gnejsig granit (underst på bilden) och en yngre, röd granit som gångar. Hammarskaftet pekar mot N.—Baggen.

Ännu yngre än den gnejsiga graniten är en röd, medelkornig granit, som bryter tvärt igenom alla de andra bergarterna och är åtföljd av pegmatit, ibland rik på turmalin (fig. 3). Denna granit, vilken är av samma typ som graniten i Degerberget och på Hällskäret, har assimilerat en del sedimentmaterial bl. a. kvartsit. — Som gångar uppträder också en stortavlig diabas.

I strykningsriktningen 8 km SO om Baggen ligger skäret Kluntarna yttersta havsbandet. Ytbergarterna äro i stort sett de samma som på Baggen: amfibolitiserade lavor och tuffer samt sediment av mycket olika karaktär växellagrande med varandra. Här finns starkt kalkiga sediment, som troligen varit konglomerat, vidare kvartsit och fyllitiska skiffrar. Ett pseudokonglomerat har uppstått av kvartsit växellagrande med lerskiffer. Dessa bandade sediment ha utsatts för tänjning. Kvartsitbanden ha brustit i småbitar, som klämts in i den segare skiffern. Åtminstone på ett håll torde dock konglomeratstrukturen verk-igen vara primär.

Vallen—Alhamn.

25 km ONO om Piteå ligger ett sedimentområde, där ett polymikt bottenkonglomerat är bevarat. Sedimentbergarterna jämte överlagrande lavor bilda en synklinal med brant ställd W-skänkel och veckad efter en axel med riktning NNW. Axialstupningen är i SSO mycket flack, men blir mot NNW brantare (45—50°).

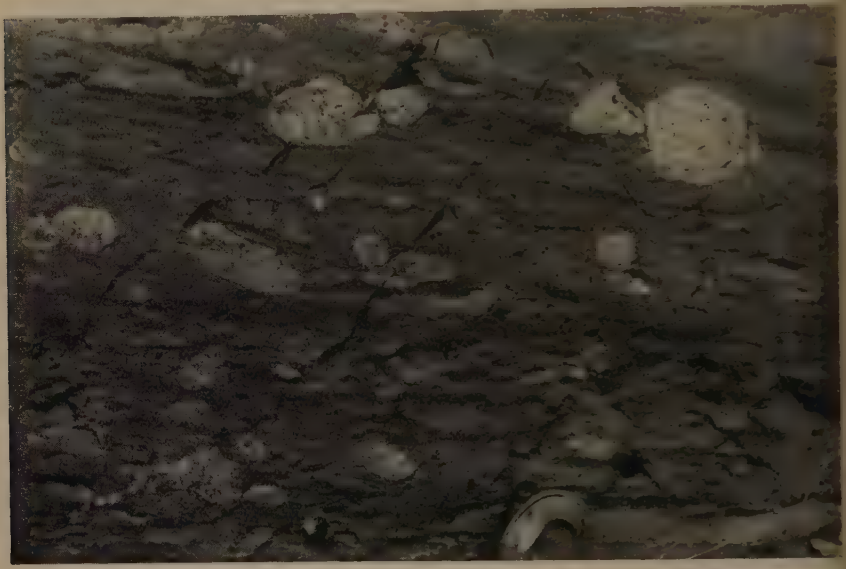
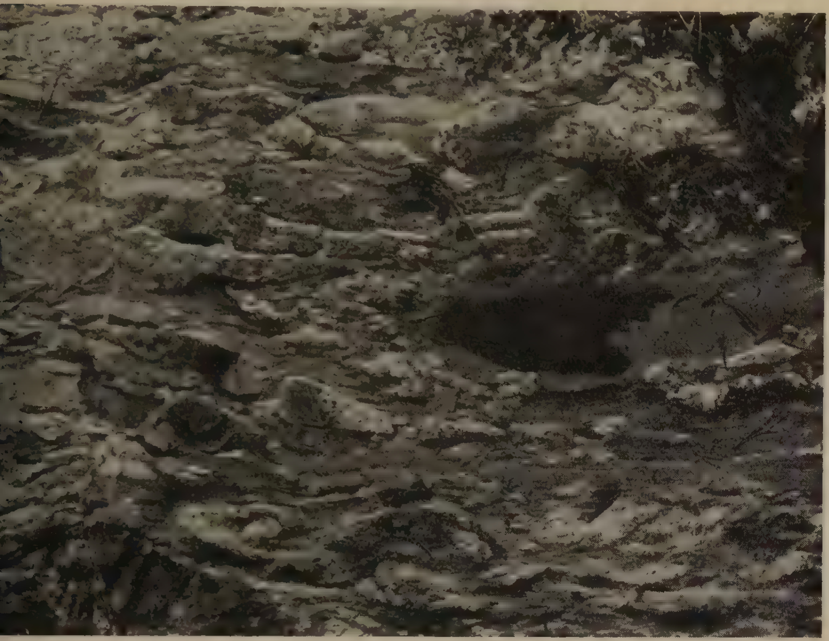


Fig. 4. Polymikt konglomerat. De ljusa bollarna bestå av graniter. Skala c:a 1 : 10. — Fagervik, 2 km S om Vallen.

Bottenkonglomeratet är väl blottat. Öster om Vallen finner man det vilande direkt på en grovporfyrisk gnejsgranit. Vid Fagervik finns av havet renspolade hällar, där strukturerna framträda utomordentligt vackert. Bland bollarna, vars storlek är varierande och kan nå flera dm, ha följande bergarter observerats: graniter av flera typer, både massformiga och gnejsiga, syenit, diorit, gabbro, migmatit, fyllit, liparit och andesit. Bollarna äro i regel mycket väl rundade. Konglomeratet ser ganska egendomligt ut med de ljusa djupbergartsbollarna liggande glest i en mörk massa. Vid närmare påseende visar sig dock den mörka massan huvudsakligen bestå av mörkare bollar. Däremellan ligger en något sandig, amfibolrik matrix (fig. 4).

Uppåt i lagerserien bli granitbollarna allt sällsyntare. Konglomeratlager växla med grå, bandade, sandiga sediment och allt mer tuff-

aterial kommer in samtidigt som basalt eller andesit blir den domine-
nde bergarten i bollarna (fig. 5). Så gott som alla bergartstyperna i
dimentserien äro amfibolhaltiga och ofta epidotfläckiga.



g. 5. Pressat, epidotiserat konglomerat med bollar av liparit och gråvackor. C:a
) m högre i lagerserien än konglomeratet på fig. 4. Skala c:a 1 : 10. — Storberget, 1,5 km S om Vallen.

Överst i den blottade serien, på ett underlag av basiskt tuffagglomerat,
lar en basaltisk andesit. Den har blåsrum fyllda med kvarts och horn-
ände. Som ända till cm-stora strökorn uppträder ett hornblände,
lket med något ojämna konturer är linsformigt utbrett parallellt med
sis. Tvillingbildning förekommer efter (100) och (001). c : $\gamma = 20°$.
V_{α} ung. 62°. Pleokroismen, som är något ojämn, är för α halmgul,
svagt olivgrön, γ blågrön. Hornbländeströkornen, som ha inneslut-
ngar av kvarts, biotit, malm och titanit, torde utgöra pseudomorfoser
er pyroxen. Grundmassan i bergarten har pilotaxitisk struktur och
står av andesinlister (An_{37-55}), finkornigt hornblände av samma typ
m i strökornen, små mängder biotit, klorit, kvarts och mikroklin samt
idda korn av malm och titanit.

Sediment-lavaserien genomsättes av gångar med finkornig och med
ovtavlig diabas, kvartsporfyr, granofyr samt i norr av granit och
gmatit. Graniten tar mot norr fullkomligt herraväldet över sedi-

menten, som den till stor del assimilerat och migmatitiserat. Mot NO finner man en fullständig övergång från relativt friska konglomerat till migmatiter, där bollarna endast bilda diffusa fläckar. Den genombrytande graniten är en röd, medelkornig alkaligranit. Mikroklin och albit (An_{0-3}) uppträda till största delen i intim sammanväxning med varandra. Av mafiska mineral finns biotit med pleokroism i halmgult och svartbrunt samt ett hastingsitiskt hornblände med $2V_\alpha$ nära 0°, $c: \alpha = 26°$ och pleokroism i gulbrunt och svartbrunt. Accessoriskt finner man malm, zirkon, ortit, titanit och kalcit. Granitens sammansättning framgår av följande geometriska analys:

Kvarts	28	vikt %
Mikroklin	43	»
Albit	21	»
Biotit	3	»
Hastingsit	3	»
Accessorier	2	»
	100	vikt %

Pitekonglomeratets underlag.

Som förut nämnts är kontakten mellan konglomeratet och dess underlag blottat öster om Vallen. Den gamla landytan består här av en röd, grovporfyrisk granit med amfibolitiska inneslutningar. Det är samma granit, som anträffas på många håll upp efter kusten. Den har ibland kallats Örebrogranit, men kan närmast jämföras med Revsundsgraniten och uppträder liksom denna migmatitiserande.

I konglomeratet finns rikligt med bollar av Arvidsjaurporfyrer Kring Vallen anstår också en röd liparit samt en amfibolit, vars ursprung torde ha varit en andesit. 5 km längre söder ut är den röda, sliriga lipariten med sin bandade tuff mycket väl bibehållen och är blottad över ett helt kalbränt berg. Även på öarna längre söder ut finns rester av Arvidsjaurporfyrerna. Bland de basiska intrusivbergarter, som ingå i konglomeratbollarna, finns en diorit, vilken anstår på Kunoögrunden 3 km SO om Fagervik. Den breccieras här av den äldre graniten. En grov migmatit med fältspatögon bildar enstaka konglomeratbollar och denna migmatit har påträffats i ett hällparti 2 km NO om Vallen Skiffrar och fylliter liknande de i konglomeratet ingående har också anträffats på flera håll.

Av bollmaterialet i konglomeratet och av blottningar i trakten framgår sålunda, att den yngre sedimentserien avlagrats på en land yta, sammansatt bl. a. av Arvidsjaurporfyrer, delvis migmatitiserade skiffrar samt sura och basiska djupbergarter.

Berggrunden kring de ovan behandlade sedimentområdena.

I det föregående har jag något berört de äldre och yngre bergarter, som komma i kontakt med Piteserien och visat deras relativa åldersställning. De äldre bergarterna, som bilda seriens underlag, befinna sig huvudsakligen i NO-delen av det undersökta området. Här finns ett område med Arvidsjaurporfyrer, sura och basiska lavor, vilka sammanförts under en beteckning på kartan. NO om dessa vidtar den grovporfyriska graniten med basiska differentiat och migmatiter. Resten av området består av migmatiter, i vilka man dock här och där finner partier av ursprungsmaterialet. Den unga, röda graniten uppträder som migmatitgranit. Den har också brutit igenom, breccierat och delvis assimilerat de äldre bergarterna i NO. I samband med den unga graniten uppträda vanligen pegmatiter i stora massor. Syeniter och dioriter äro också associerade med denna granit.

Migmatiterna äro vanligen grå, mer eller mindre grova gnejser, där relikta sedimentstrukturer i form av bandning ofta kunna iakttagas. På ett par platser, t. ex. SO om Harrträsket, kan man se en kontinuerlig övergång från bandade fylliter till gnejs.

Ibland, t. ex. på Mörön, innehåller migmatiten amfibolitiska stråk och på andra håll rester av liparit.

I migmatiterna ingå således sediment av växlande beskaffenhetävensom sura och basiska lavor och tuffer. Då är frågan, vilken ålder dessa bergarter ha. Bland sedimenten finnas dels Skelleftefältsskiffrar, dels Piteseriens sediment att välja på. Likaså finnas äldre och yngre avor. En studie av områdets tektonik ger det säkraste svaret på frågan.

Strykningsriktningarna inom området ligga i huvudsak i NW—SO, och veckaxlarna stupa mer eller mindre brant åt NW. Ett undantag utgöra veckaxlarna i gnejsen mellan Piteå och Norrfjärden, som ligga horisontellt i ung. NO—SW, men strukturerna synas här svepa runt ett massiv med yngre granit. Dessa huvudriktningar gälla såväl Piteserien som migmatiterna och även Arvidsjaurporfyrerna och den äldre graniten. Dock finns i den senare en del parallellstrukturer med avvikande riktning, vilka troligen äro relikter.

Det faktum, att Piteserien stupar in under migmatiterna tyder starkt på, att denna serie lämnat åtminstone en stor del av materialet till migmatiterna.

Utbredning mot norr.

Med strykning i NW- eller NNW-riktning kan migmatitstråket följas från Piteåtrakten miltals norr ut. På sina håll äro här sedimenten bättre bevarade, och i trakten av stambanan bli de åter relativt friska.

Området härifrån och norr ut till malmbanan har jag tidigare behandlat i mitt arbete om Arvidsjaurporfyrerna (3). Från trakten av Brännbergs station och rakt norr ut stryker en serie av bandade gråvackor med smärre inlagringar av svartskiffer, bandad hälleflinta och kalkiga sediment. Sedimenten överlagra diskordant Arvidsjaurseriens lipariter och andesiter. N om Lule älv vid Svartlå bildar ett minst 40 m mäktigt konglomerat sedimentens understa del. Där hade jag tidigare endast hittat bollar av liparit, men nu i höstas fann jag i en ny vägskärning i Svartlå by en stor samling lokala block med polymikt konglomerat. Bollarna bestodo av liparit, gråvacka eller tuff, samt i stor utsträckning av kvartsdiorit och mer basiska djupbergarter.

Denna sedimentserie, Svartlågråvackan, måste räknas såsom likåldrig med Piteserien.

N om Lule älv kan Svarlågråvackan blott följas något över 1 mil. Sedan vidtar en granit, som troligen är äldre än sedimenten. N om malmbanan, uppåt Råne älv, uppträda åter migmatitiserade skiffrar och i samband med dem samma röda granit som i Pitetrakten. Strax S om Mårdsel, där Gällivare sockengräns skär Råne älv, fann jag ävenledes i en ny vägskärning ett par stora block med polymikt konglomerat, varav det största, som knappast är långtransporterat, hade bollar av granit och en basisk lavabergart. Den unga sedimentserien förekommer sålunda ända här uppe.

Sedimenten kunna i mer eller mindre metamorf dräkt följas vidare mot norr, och fastän observationsnätet är glest, får man konnektion med Vakkoformationen i det sydligaste av Ödman beskrivna området, Leipovaaraområdet (4).

Sedimenten i Vakkoformationen och i Piteå—Mårdselområdet äro varandra mycket lika både till sammansättning och uppträdande. Den åtföljande Linagraniten är även densamma.

Vid landsvägen mellan Bälinge och Gäddvik, 8 km W om Luleå, fann Svenonius (5) under en resa 1886 konglomeratblock, som voro utspridda längs en km-lång sträcka. Enligt stuffer i S. G. U:s samlingar innehåller konglomeratet bl. a. bollar av granit och mer basiska djupbergarter. Det är något metamorfoserat och överensstämmer till utseendet med Pitekonglomeratet vid Vallen, som ligger 15 km SSW om blocklokalen. Moderklyften till blocksvansen torde ej ligga långt borta,

h Pitekonglomeratet måste alltså finnas ända upp mot Lule älv väster
n Luleå.

Kalixformationen.

3 mil NO om Alhamn med däromkring anstående Pitekonglomerat
gger Hindersön. På denna och kringliggande öar finner man den
dligaste utlöparen av den s. k. Kalixformationen, vilken utbreder
g över skärgården utanför Luleå och Kalix och har dragit uppmärk-
mheten mer till sig än Pitekonglomeratet. Den har besökts av många
ologer vid olika tidpunkter, men aldrig blivit grundligt undersökt
h karterad. Spridda karbonatrikare förekomster beskrivas av SVE-
NIUS (6) 1916 vid hans inventering av Norrbottens läns kalkstensföre-
mster. Efter exkursioner i Luleå—Kalix skärgård har GEIJER (7)
in Kiruna—Gällivare—Pajala avhandling ganska utförligt diskuterat
rgartsserien, och funnit det mest sannolikt, att den skulle vara jäm-
ällbar med Vakkoformationen och Kaleven i Finland. HAUSEN (8)
mmer till samma slutsats några år senare.

Förf:s fältkännedom om Kalixserien härrör endast från ett par exkur-
onsdagar 1935. Sedimenten bestå av kvartsit och sandsten, bandade
iffrar samt dolomit och kalksten. Basiska lavor och tuffer bilda
ellanlagrande bäddar. I yttre skärgården mellan Luleå och Kalix
o bergarterna mycket väl bibehållna och relativt lugnt veckade efter
cka veckaxlar med riktningar varierande mellan W och N. På Hin-
rsön i S äro lagren vertikalt uppresta och strykningen N—S. Uppåt
alixtrakten svänger sedan strykningarna i en mjuk båge mot NO.

På en liten holme 500 m NW om Hastaskäret anstår Revsundsgranit
grovporfyrisk utbildning. Någon kontaktmetamorfos kan ej spåras i
mycket väl bevarade sedimenten på Hastaskäret, som utgöras av
artsiter, kalkstenar och skiffrar. Däremot märker man en hop-
yckling av sedimenten, som kan ha bildats om de veckats upp emot
så fast rand, som graniten måste ha utgjort, om den är äldre än
dimenten.

På Hindersön äro sedimenten mer metamorfa. Här finns skarnig
lksten och fläckskiffrar. På O-sidan av ön anstår en Revsundslik-
nde granit, men dess åldersförhållande till sedimenten har ej kunnat
göras.

Enligt T. DU RIETZ' (9) undersökningar sommaren 1938 förekommer
trakten av Båtskärsnäs, OSO om Kalix, en skifferserie, som meta-
orfoseras och genomsättes av en serie intrusivbergarter, vilkas sura-
led ofta likna Revsundsgraniten. I norra delen av Luleå—Kalix-
rådet finnas alltså sediment, som synas vara äldre än Revsunds-
aniten. Det är dock ej fastställt att alla sedimenten inom om-

rådet äro av samma ålder. Flera skäl tala för att här också finns en yngre serie, som då skulle parallelliseras med Piteserien. Säkra bevis härför saknas dock fortfarande.

Vargforsformationen.

Kring Skellefteälvens dalgång, från stambanan och ända upp mot fjällranden, utbreder sig i mer eller mindre sammanhängande områden Vargforsformationen. Spridda förekomster träffas dessutom ända upp i Arvidsjaurfältet. Bergarterna bestå av arkoser, mer eller mindre polymikta konglomerat, sandstenar, gråvackor och skiffrar samt basaltiska lavor med tuffer och tuffagglomerat.

Formationen vilar diskordant på Skellefte- och Arvidsjaurfältens bergarter inklusive Revsundsgraniten. Genom förkastningsrörelser och i viss mån även veckningar ha bergarterna på många håll blivit bringade ur sitt horisontella läge, och branta stupningar äro ej ovanliga. Lokalt förekomma också starka hopveckningar i de finare sedimenten. De mer betydande dislokationslinjerna och veckaxlarna ha WNW—OSO-riktning.

Materialet till Vargforsformationens sediment är huvudsakligen tillfört från N. Arkoser och grova konglomerat tyda på kort transport. De finare sedimenten, som hastigt ändra karaktär såväl i horisontal som vertikal led, måste vara avsatta ej långt från en strand. Med andra ord: Vargforsformationen är avsatt vid sydfoten av ett högland och sedan hopskjutet mot detta som kratogen.

En yngre granit, Sorselegraniten, är som A. HÖGBOM (9) påvisat, yngre än Vargforsformationens bergarter och slår igenom dessa. De bli dock aldrig migmatitiserade.

Såväl Pite- som Vargforsseriernas bergarter äro yngre än Revsundsgraniten. Litologiskt äro de olika så tillvida, att i Piteserien finare sediment ha något större utbredning än i Vargforsformationen. Likheter äro de häftiga växlingarna i material samt de mellanlagrande basiska lavorna och tufferna. Vidare genomslå yngre graniter båda formationerna.

Pite- och Vargforsserierna måste jämställas i åldershänseende. Likaså Lina- och Sorselegraniterna.

Summary.

In the neighbourhood of Piteå a series of sediments and volcanics have been investigated. At the bottom of the series there is a conglomerate with boulders of acid and basic intrusives and volcanics, mig-

atites, sediments and quartz. Above follow quartzites, schists and asaltic tuffs and lavas. The series is intruded and partly migmatised y a granite, the Lina granite. The surface, on which the series is eposited, consists of volcanics of the Arvidsjaur system, Revsund ranite and migmatite.

The Arvidsjaur system occupies a very large area in the southern part f Norrbotten. It is composed of andesites, dacites, keratophyres, yolites and intermediate rocks (3). The system is slightly folded and truded by granites and forms, together with certain parts of the kellefte system (11), a resistent area. Round the southern and eastern nd of this area sweeps with smaller interruptions a younger system ith sediments derived from the rocks of the resistent area and with terbedded basic lavas and tuffs. This system rests unconformably n the older folded, and partly migmatised system of rocks. It comprises e Vargfors series in the South and the Pite and Svartlå series in the ast and probably parts of the Kalix series NE of the Piteå area. It an be directly connected with the Vakko system in northern Norrbot-n and the Karelides in Finland. The system is least metamorphosed long the southern rand, while along the eastern rand it is often strongly igmatised or completely regenerated to Lina granite and its dioritic nd syenitic derivatives.

A very important unconformity separates the younger Karelidic ystem from the older Skellefte and Arvidsjaur systems.

The geologic development can be summed up as follows:

After a folding in at least two phases with accompanying intrusions f granites and a strong migmatisation, a breaking down of the older ountain range has taken place. Upon the surface of migmatites, ranites, etc. sediments alternating with basic lavas and tuffs were then eposited during a following transgression. This new system was partly o deeply downfolded that the sediments were regenerated or igmatised. The folding was probably directed against the old esistent area.

The younger system must belong to the Karelidic mountain range hereas the Arvidsjaur and Skellefte areas were deformed during an arlier orogenic cycle.

Litteratur.

1. Fr. Svenonius: Om berggrunden i Norrbottens län och utsigterna till brytvärda apatitförekomster derstädes. S. G. U. ser. C. nr 126. 1892. p. 25.
2. A. Högbom: Praktisk-geologiska undersökningar inom Jokkmokks socken sommaren 1930. S. G. U. Ser. C. nr 369. p. 31.
3. E. Grip: Die Arvidsjaurporphyre. Bull. Geol. Inst. Upsala. Vol. XXV. 1935.

4. O. Ödman: Nya rön beträffande Vakkoformationen och Linagraniten. Föredrag i Geol. Fören. d. 3 nov. 1938. Ref. i G. F. F. 60. 1938. p. 669.
5. Fr. Svenonius: Dagbok 1886. d. 27 september (S. G. U:s arkiv).
6. —, Norrbottens läns kalkstensförekomster från praktisk och särskilt agrikulturell synpunkt. S. G. U. Ser. C. nr 269. 1916.
7. P. Geijer: Berggrunden inom malmtrakten Kiruna—Gällivare—Pajala. S. G. U. Ser. C. nr 366. 1931 p. 172.
8. H. Hausen: The North-Bothnian Downfold. Meddel. från Åbo akademis geol.-mineral. inst. nr 18. 1936.
9. T. Du Rietz: Yttrande med anl. av föredraget om Pitekonglomeratet. G. F. F. 60. 1938. p. 672.
10. A. Högbom: Nya iakttagelser inom Norr- och Västerbottens urberg. G. F. F. 53. 1931. p 427.
11. —, Skelleftefältet. S. G. U. Ser. C. nr 389. 1937.

Minerals of the Varuträsk Pegmatite.

XIV. The Tourmaline Group.

By

PERCY QUENSEL and OLOF GABRIELSON.

(M. S. received Jan. 3d, 1939.)

At Varuträsk tourmalines of varying habit, colouring and composition are abundant. They can however in relation both to chemical composition and paragenetical distribution be subdivided into two main groups, the schorlites, rich in iron and black in colour, and the elbaites or lithium-tourmalines with bright colours in red (rubellite), blue (indigolite) and green. Many tourmalines of the latter group show a fine zonal structure with varying colouring.

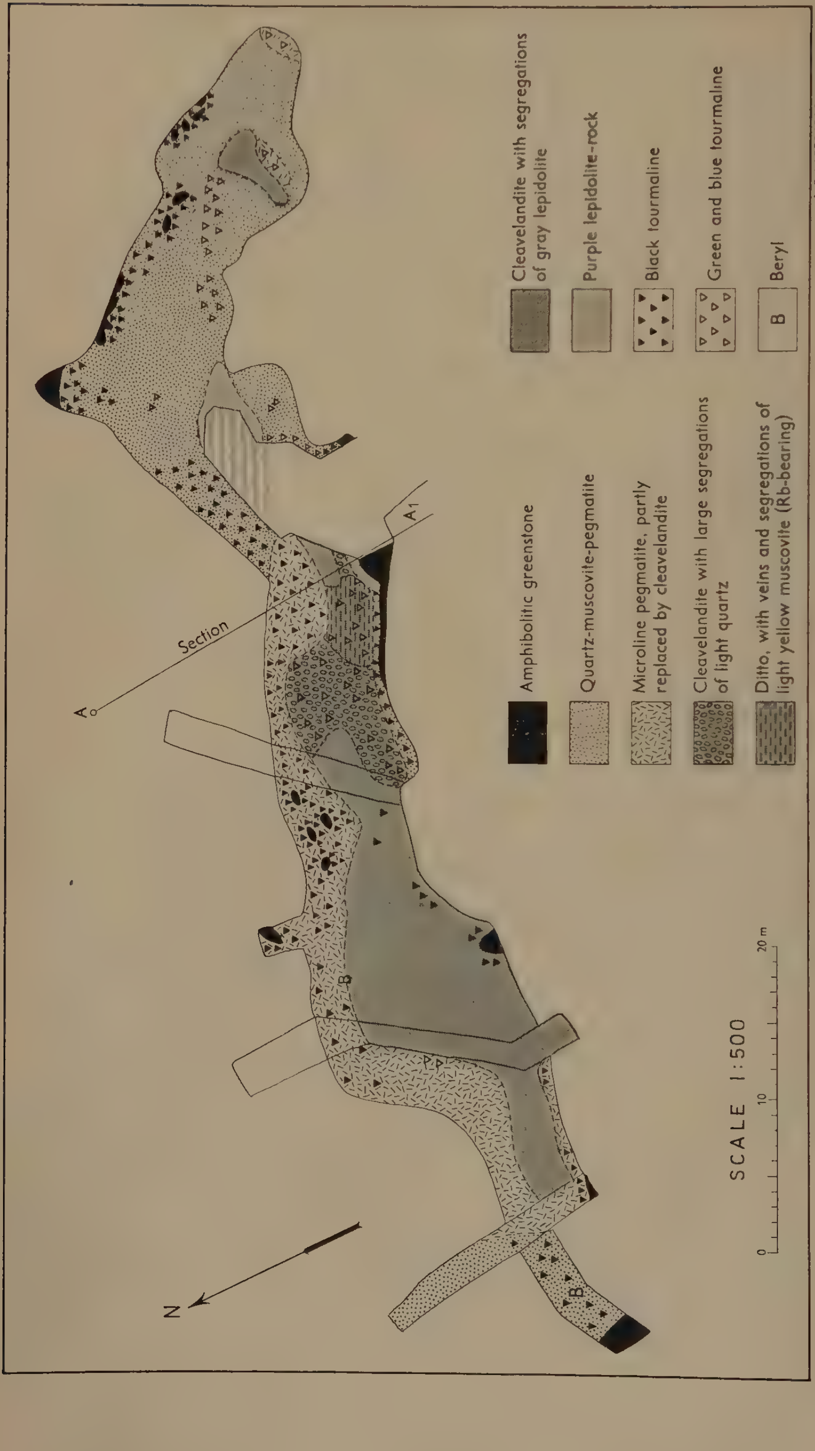
The Schorlites or black Tourmalines.

The black schorlite is exclusively to be found in the periferical parts of the pegmatite, representing the primary microcline pegmatite as developed prior to the invasion of the lithium- and sodium-bearing solutions, which caused a later mineralisation of the more central parts. They would according to Fersmanns classification[1] belong to the pegmatoid period, characterised by relatively high temperature, (between 500° and 600°). The mineral association in these parts of the pegmatite is poor in species, microcline-perthite, quartz and muscovite, an occasional beryl and locally some little topas of microscopic dimensions being besides the black schorlite the only characteristic mineral ingredients.

The schorlites show a marked tendency to accumulate near and along the upper and lower contacts of the pegmatite, which in both cases are bordered by an amphibolitic greenstone. The distribution is best studied in the quarry and prospecting pits of the western wing. In the accompanying sketch map of this part of the pegmatite, (Fig. 1), the regional distribution of the black schorlites in relation to the coloured

---

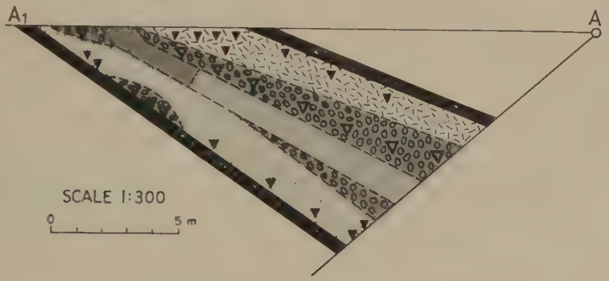
[1] Tschermaks Min. Mitt. 41, 1931, p. 78.


Section
A
A1
N
SCALE 1:500
0
10
20 m
B
Amphibolitic greenstone
Quartz-muscovite-pegmatite
Microline pegmatite, partly replaced by cleavelandite
Cleavelandite with large segregations of light quartz
Ditto, with veins and segregations of light yellow muscovite (Rb-bearing)
Cleavelandite with segregations of gray lepidolite
Purple lepidolite-rock
Black tourmaline
Green and blue tourmaline
Beryl
A B KARTOGRAFISKA INSTITUTET

Olof Gabrielson 1938.

Fig. 1. Sketch map of western wing of the Varuträsk pegmatite, showing regional distribution of schorlite and elbaites.

elbaites and to the pegmatite in general as well as their enrichment along the outer contacts is recognisable. The cross section, (Fig. 2), elucidates the same conditions. In apophyses of the pegmatite into the greenstone, specially along the upper contact, an accumulation of the black tourmalines is also found to have taken place with the larger individuals often over large distances orientated perpendicular to the contact. In larger or smaller xenolites of greenstone in the pegmatite an outer reaction zone rich in schorlite is sometimes to be seen, bordering an inner reaction zone of brown garnet (Fig. 3).



OLOF GABRIELSON 1938.

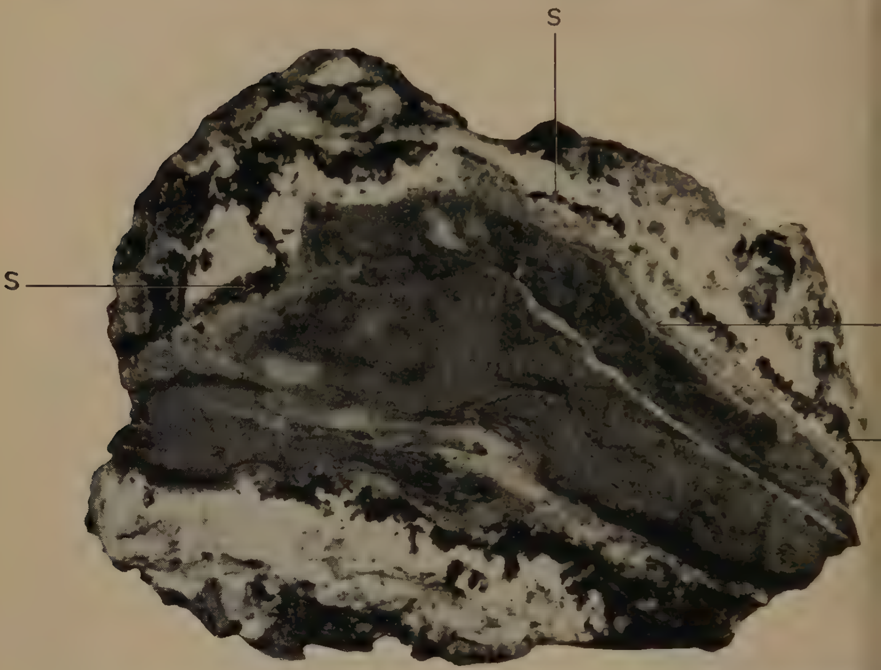
Fig. 2. Cross section of the pegmatite along the line A—A_1 in the sketch map. Legend as in fig. 1.

The schorlites occur both in isolated, well defined crystals and in irregular or radial aggregates. The individual crystals can attain dimensions over 10 cm in length and up to 3 cm in diameter. The prismatic zone, generally with well marked vertical striations, is determined by the trigonal prism $(10\bar{1}0)$, often combined with the hexagonal prism $(11\bar{2}0)$. The trigonal prism is however usually predominating, in cross-sections causing the characteristic triangular tourmaline outline. No end faces have been observed.

The larger crystals are often broken with conchoidal to uneven fractures or transversed by cracks, parallel to the base. These cracks are then filled with quartz. Further quartz occurs frequently as small inclusions in the tourmaline.

In thin sections the schorlite varies in darker or lighter yellowgreen tints. The pleochroism is strong from greyish yellowgreen (ω) to all but colourless (ε).

The specific gravity in the analysed specimen is 3.178. The indices of refraction are $\varepsilon_{Na} = 1.6324$, $\omega_{Na} = 1.6607$. A discussion of the indices and spec. gravity in relation to the chemical composition follows below.



S. HEDLUND phot

Fig. 3. Xenolite of greenstone, bordered by an inner reaction zone of brown garnet (
and an outer zone, rich in schorlite (S). 4 × 1.

The Elbaites or coloured Lithium Tourmaline

The elbaites or lithium tourmalines with their striking colours in re blue and green offer a vivid contrast to the monotonous black schorlite As a group they are specially concentrated in the intermediate zon located between the periferical microcline pegmatite and the centr core of predominantly lepidolite rock. The principal mineral associatio of the parts rich in elbaites consists of cleavelandite, quartz and coars crystalline lepidolite with more locally developed amblygonite, manga apatite, spodumene and petalite.

The elbaites show a marked tendency to accompany the cleavelandi in its invasion and assault on the older parts of the pegmatite. Whe the process of albitisation penetrates the microcline-pegmatite, r sorbing in the first hand the microcline itself, the coloured tourmalin are generally found only a little behind the formost line of invasion. this locally reaches the outer contacts, the coloured tourmalines ma have followed and can then be found together with the black schorli in its primary zone of concentration. On such occasions the black tourmaline can be found enveloped in a thin shell of green tourmaline.

In general one may therefore say that the elbaites are most intimately associated with the cleavelanditic phase in the sequence of mineralisation of the Varuträsk pegmatite. The cross-section in fig. 2 gives an indication of this general distribution, which, however, in detail can show modifications and individual combinations in connection with the differently coloured subspecies.

The best developed elbaites, especially the green species, are often found enveloped in large quartz segregations, the individual tourmalines then generally centripetally orientated from the wall inwards. Such elbaites can attain large dimensions, the diameter of many prisms often reaching 3 cm. The prismatic zone is for the most part distinctly striated. The same faces are developed as in the schorlites, but the hexagonal prism is more prominent. Often the trigonal prism is so reduced that cross-sections show principally hexagonal outlines. Though end-faces generally are lacking, one occasionally may observe basal or rhombohedral terminations. Cracks filled with quartz or albite or both together are of common occurrence.

The green tourmalines are by far the most common of the elbaites in the Varuträsk pegmatite. They occur in different shades between light and dark green and dark bluish green. As the names in general use for the differently coloured subspecies of the elbaites solely refer to chromatic features, (achroite, rubellite and indigolite for colourless, red and blue varieties respectively), whereas the green lithium-tourmaline sofar has remained nameless, verdelite may be proposed as a conveniant signification for the green varieties of the elbaites, the name formed in accordance with the nomenclature in use for the closely related subspecies rubellite and indigolite.

The green elbaite or verdelite is not only the most usual but also the most widely dispersed of the lithium-tourmalines throughout the pegmatite. Whereas the red and blue varieties seem only to have a relatively limited distribution, the verdelite is found to follow the cleavelandite invasion throughout its whole sphere of action. Locally one may even find the verdelite ahead of the albitisation and alone of the lithium minerals invading the earlier pegmatite. In short one may safely say that the verdelite is found widely dispersed throughout the whole pegmatite within the same ranges as the cleavelandite and locally even beyond its limits.

Verdelite occurs throughout hitherto accessable parts of the pegmatite in general as large and welldeveloped crystals or in irregular or radiating aggregates. A detached, compact section of a radiating "sunburst" in our collections measures over 15 cm in length. The base of the specimen is about 3 cm across, the top well over 8 cm. Locally a finegrained, granular form of verdelite occurs in narrow veins or irregular patches in parts of the pegmatite, consisting of cleavelandite, lepidolite and quartz. Microscopically the tourmaline then appears as small, granular, all but colourless grains, poikilitically amply intergrown with quartz.

In thin section the colour of the verdelites varies from light green to colourless. The pleochroism is weak to imperceptible.

The specific gravity in the analysed specimen is 3.065. The indices of refraction were found to be $\varepsilon_{Na} = 1.6224$ and $\omega_{Na} = 1.6423$.

The red elbaite or rubellite has a much more limited distribution in the Varuträsk pegmatite and is in well defined crystals on the whole relatively scarse. Omitting for the present the zonal tourmalines, (these will be treated below), the rubellite is, as far as yet known, principally localised to the large quarry of 1937—1938 on the eastern wing of the pegmatite, associated with cleavelandite, coarse lepidolite, quartz and amblygonite, all occurring in a very characteristic disordered aggregation. Whereas verdelite is also found in this mottled rock, rubellite is seldom found in any quantity elsewhere and must in comparison with the wide distribution of the verdelites be said to be much more strictly localised. Occasionally, however, rubellite is also found as large, radiating aggregates (sun-bursts) in cleavelandite in differents parts of the pegmatite.

In thin sections the rubellite is all but colourless. No pleochroism is observable.

The specific gravity of the rubellite is 3.025. The indices of refraction are $\varepsilon_{Na} = 1.6205$ and $\omega_{Na} = 1.6391$.

The blue elbaite or indigolite occurs in at least three different associations in the Varuträsk pegmatite. In the first place one may say that the indigolite accompanies the verdelite in its most common distribution in the intermediate zones of the pegmatite, though there always found in subordinate quantities. In its forms and dimensions it in this mode of occurrence very much resembles the verdelite in the same association. Secondly a dark-blue to bluish black indigolite is found in small, welldeveloped crystals of 1—2 mm in thickness, richly dispersed throughout a sugar-grained albite-aplitic rock. This mode of occurrence of both mineral and rock is limited to a marginal zone of the lithium-bearing parts of the pegmatite, which on the eastern wing locally is found in direct contact with the underlying greenstone. The tourmaline-aplite is also found as nodules in the coarser pegmatite in many places near the same lower contact. In coarser veins, consisting of albite, quartz, dark blue to bluish black tourmaline and muscovite, which are found intersecting the aplite, the tourmaline is an indigolite of somewhat diverging character. The large, prismatic crystals, measuring up to 1 cm in diameter, show under the microscope a distinctly inhomogeneous structure with irregular yellow-brown spots, possibly indicating parts richer in Mg (dravite), dispersed throughout the normally lightblue indigolite. The small indigolites in the normal aplite occasionally show indications of the same phenomena.

The third mode of occurrence of indigolite is of a more specific character. Quite locally in a small prospecting pit in the northern part of the western wing of the pegmatite, petalite is found in some abundance. The large and mostly clear, light-gray masses of petalite are, however, often seen to be mottled by rounded dark patches of up to 3 cm in diameter. The center of these patches consists of triphylite or more seldom of varulite, both accompanied by their oxidation products, ferrisicklerite — heterosite and alluaudite — soda-purpurite. In many of the patches only heterosite is found, representing the final stage of oxidation of primary triphylite. Varulite has only been identified in a few specimens.

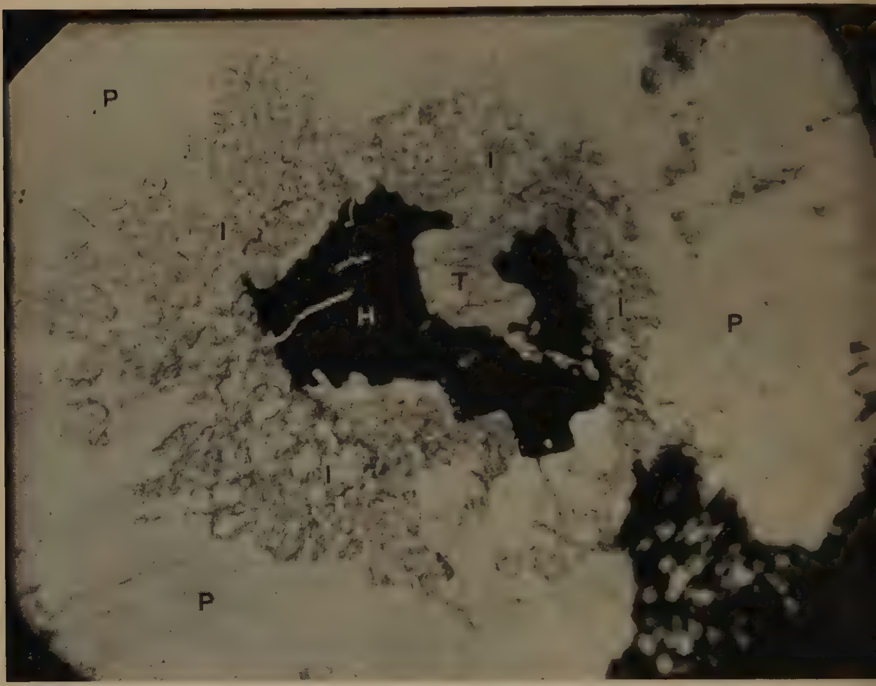
Nearly without exception the center parts of the patches, occupied by minerals of the triphylite — varulite series or their oxidation-products, are surrounded and encircled by a rim of light-blue indigolite, seldom exceeding 3—4 mm in breadth. The concentric tourmaline ring is singularly regular in its configuration, conferring to the patches a very characteristic appearance, (Fig. 4).

Under the microscope the contact between the central phosphates and the blue tourmaline ring is sharp. The indigolite ring is formed of small granular lightblue to all but colourless grains, generally poikilitically intergrown with quartz in large quantities. The pleochroism is faint to unperceivable. Together with the tourmaline a lightblue manganapatite is sometimes found to occur.

As mentioned above, this mode of occurrence is in Varuträsk locally restricted. FRASER has in the lithium-pegmatite of Newry evidently observed an almost identical phenomenon.[1] According to FRASER's description a lightblue, granular tourmaline, forming a slender rim, encircles central parts, consisting of triphylite and also transverses the same in narrow veinlets. The conditions at Newry are, however, de-

---

[1] Am. Min. 15, p. 360.



S. Hedlund photo.

Fig. 4. Petalite (P) with patch of triphylite (T) and its oxidation product, heterosite (H), encircled by a ring of indigolite (I), poikilitically intergrown with quartz. Varuträsk. 9 × 1.

veloped in a much larger scale than those described above, single tourmaline-encircled triphylite aggregates reaching, according to Fraser's description, up to a foot in diameter.

In thin sections the indigolite is in general colourless to lightblue, in the latter case a weak though distinct pleochroism from lightblue to colourless is observable.

The specific gravity of the indigolite is 3.110 and indices of refraction are $\varepsilon_{Na} = 1.6230$ and $\omega_{Na} = 1.6427$.

The zonal Elbaites.

Many of the elbaites of Varuträsk show very fine zonal structures. This is especially the case in a small prospecting pit on the extreme eastern wing of the pegmatite, where a rich assembly of brillantly coloured zonal tourmalines, predominantly in green and red tinges, are seen imbedded in coarsegrained pegmatite rock, chiefly consisting of cleavelandite, lepidolite and quartz. Only exceptionally homogeneous elbaites are found here, then green in colour and of a somewhat darker tinge than usual. By far the domineering part of the coloured tourmalines of the locality shows a distinct zonal distribution of colour in vertical direction.

Zonal elbaites may be said to represent a characteristic feature of the mineral association of the lithium pegmatites. They occur, although in more insignificant development, in the only other lithium pegmatite of Sweden, on the island of Utö outside Stockholm.[1] From the United States well developed vertical zonal structure of elbaites has been described from the wellknown lithium pegmatites of Mt Mica[2] and Newry[3] in Maine, from Strickland Quarry, Portland, Conn.[4], and from San Diego, Cal.[5]. From Madagascar LACROIX[6] has given a detailed description of the same structural features in very fine development and also from S. W. Africa[7] fine specimens are recorded. Horizontal banding with varying and often repeated zonal colouring is especially well developed in the elbaites from Mursinka, Madagascar, Minas Geraes and Haddam Neck, Conn.[8] Specimens of rubellite from Bara Salinas, Brazil, are sometime terminated by a pure white basal cap.

The feature of zonal distribution of colouring in the tourmalines has often been used as indications of chemical variations in the mineralising solutions. According to JENKS[9] a deposition from solutions with decreasing content of iron would give rise to the following succession of colours: black, dark blue, dark green, light green, blue, red, white, and colourless or pale red or green. The deeper colours are caused by bivalent Fe. With decreasing content of iron, the chromatic properties of Mn assert themselves and occasion colours in red, rose or pink. The colourless tourmalines (achroites) or those of weak colouring are poor in both Fe and Mn. The succession blue — red from the center in the elbaites from Utö would according to JENKS denote a crystallisation from solutions successively poorer in iron, the usual succession red — green from center outwards in the elbaites from Varuträsk would indicate reversed circumstances.

To try and ascertain if the different colours of the elbaites of Varuträsk could be occasioned by quantitively determinable quantities of

---

[1] Bull. Geol. Inst. Upsala, 15, 1916, p. 319 (SJÖGREN).
[2] U. S. Geol. Surv. Bull. 445, p. 89 (BASTIN).
[3] Am. Min. 15, p. 356 (FRASER).
[4] Am. Min. 5, p. 52 (SHANNON).
[5] Zeit. Krist- 52, p. 74 (ROGERS),
[6] Min. de France, 4, p. 695 (LACROIX).
[7] Zeit. Krist. 58, p. 456 (REUNING).
[8] Min. Mag. 13, p. 108 (BOWMAN).
[9] Am. Jour. Sc. 30, 1935, p. 189.

Cr, Cu, Ni or Co, these elements were sought by Miss BERGGREN in connection with her analytical work on the material, but with negative result. Miss BERGGREN, however, at the time made some observations and came to some conclusions of interest concerning the colouring in the lithium tourmalines, which here may be quoted:

"It is a wellknown fact that the colouring of minerals can be occasioned by chemically indeterminably small quantities of certain impurities in the mineral. Cr, Cu, Ni and Co were however sought spectographically in acyteleneoxygene flame, which should indicate an admixture in question less than 0.005 %. As no trace of Cr was found, it seems hardly probable that Cr is responsible for the vivid green colouring of the verdelites. For the same reason the blue and red colours of the indigolites and rubellites are not likely to be ascribed to impurities of Cu, Ni or Co.

According to DOELTER FeO is in the first hand responsable for the green, Li for the red colour in the tourmalines. I have in the following table brought together a number of analyses after DOELTERS Handbuch der Mineralchemie, grouped according to colour and giving the contents of MnO, FeO, Fe_2O_3, MgO and Li_2O.

Table 1.

Analyses of green and red lithium-tourmalines after DOELTER, Handbuch der Mineralchemie, with respect to contents of MnO, FeO, Fe_2O_3, MgO and Li_2O. Numbers refer to DOELTER's tables of analyses.

		MnO	FeO	Fe_2O_3	MgO	Li_2O
I.	Green lithium-tourmalines.					
No. 76	colourless-lightgreen	1.38	1.38	0.30	trace	1.34
83	lightgreen	2.51	1.38	—	0.41	0.74
84	green	2.50	3.40	—	0.60	1.30
85	green	2.57	2.35	—	0.20	1.33
87	pale green	1.47	2.29	0.15	—	1.71
88	olive green	2.22	3.19	0.31	0.04	1.61
89	light green	0.51	3.88	0.42	0.04	1.34
90	dark green	0.72	7.07	0.15	0.16	1.05
92	green	1.96	2.12	—	0.15	1.65
93	green	2.04	2.15	—	0.15	1.63
104	pale green	1.48	1.13	—	—	1.76
II.	Red lithium-tourmalines.					
95	rose red	1.72	—	0.65	0.24	1.13
96	dark red	1.83	—	0.42	0.20	1.01
97	light red	1.23	—	0.40	0.43	0.11
98	rose	0.63	—	0.40	0.39	0.66
102	pale red	0.11	0.11	—	—	1.66
103	rose	0.24	0.19	—	—	1.92
106	reddish	0.79	0.52	—	—	1.73
107	pale red	0.95	—	—	0.61	0.41
108	reddish	0.92	—	—	0.20	1.22

One finds of the table that all green tourmalines contain FeO. The highest content, 7.07 % FeO is found in a dark-green tourmaline from Auburn, Maine. All red tourmalines are on the other hand poor in iron in general. In some of the analyses Fe is given as FeO, in others as Fe_2O_3. It is probable that no determination of FeO has been made in any of the analyses, as the content of Fe is so low that such a determination is hardly feasible. On an average the green tourmalines contain the same amount of Mn as the red. The content of Li_2O is also about the same.

There seems certain indications for the following statements. The red tourmaline holds all Fe as trivalent and some Mn in a higher stage of oxidation. This Mn gives the colouring as evidently is the case in heterosite and purpurite, though here in fare weaker concentration. An attempt to determine higher oxides of Mn in the red tourmaline was however not successful. The sample was cooked in a closed flask in autoclave with H_2SO_4 and $FeSO_4$, but no oxidation of the ferro-sulphate was perceivable. But as the sample was incompletely decomposed, minute contents may not have been detectable.

It seems plausible that the green tourmaline is coloured by FeO. As Fe is easier oxidised than Mn, one cannot presume Mn present otherwise than bivalent. The bivalent salts of Mn are however so faintly coloured that the green colouring of FeO would in this case dominate. The same conditions prevail in the lepidolites. A grey lepidolite, (not yet described), contains 1.06 % FeO. The pink lepidolite holds no bivalent Fe. The content of Mn is about the same in both micas. The pink colour would, if an analogy exists with the colouring in the tourmalines, be occasioned by traces of Mn in higher stages of oxidation, which in absence of FeO is able to make itself valid. It is regretable that it has not been possible to make accurate determinations of FeO in the tourmalines, which would have been desirable for these conclusions, but repeated trials to decompose the samples with H_2SO_4, with and without HF in closed flasks in autoclave at 10 kg pressure did not bring the tourmalines in solution.

What occasions the blue colouring of the indigolites is more difficult to say. Amongst over 100 analyses of tourmalines in DOELTER's Handbuch der Mineralchemie there are only two of blue tourmalines and these are not elbaites (Li-tourmalines). The analysis of the blue elbaite from Varuträsk seems therefore to be without any direct parallel amongst analysed material with exception for the indigolite of Utö (Analysis 5, Table 2). The colour is even in the same crystal often found to vary from deeper to lighter blue shades. The colouring is very similar to that of the manganapatite from Varuträsk, even in its finest variations, which would indicate that the same substance educes the colouring in both cases. This is in all probability Mn in some form or combination."

Nearly without exception the vertical zonal structure of the Varuträsk elbaites is in its outward circumference represented by a thin shell (3—5 mm) of vivid light-green elbaite (verdelite). The core is without exception found to consist of a delicate pink to rose-red rubellite. The central parts are however not as homogeneous as the shell zone. More or less irregularly distributed throughout the rubellite, streaks or patches of green verdelite are found, which often increase towards the upper part of the crystal, till the rubellite ingredient there can be reduced to insignificance.

Table

	Schorlites.			Indigolites.	
	1.	2.	3.	4.	5.
$H_2O < 105°$	0.01	—	—	0.00	0.17
$H_2O > 105°$	1.93	3.69	3.37	2.80	3.85
SiO_2	35.76	35.03	34.82	37.30[2]	36.48
TiO_2	0.25	—	—	0.06	—
Al_2O_3	34.76	34.44	34.14	37.63	40.08
Fe_2O_3	—	1.13	—	—	—
FeO	12.99[1]	12.10	14.12	4.53[1]	3.51
MnO	0.33	0.08	0.24	1.04	0.40
CaO	0.00	0.24	—	0.18	trace
MgO	0.58	1.81	0.86	0.00	0.08
Li_2O	0.11	0.07	0.17	1.05	1.11
Na_2O	3.06	2.03	2.42	4.24	2.99
K_2O	0.06	0.25	0.25	0.10	0.86
Rb_2O	0.00	—	—	0.00	—
Cs_2O	0.00	—	—	0.00	—
B_2O_3	10.00	9.02	9.92	10.18	9.74
F	0.37	—	—	0.77	0.40
P_2O_5	—	—	—	—	0.17
Cr_2O_3	—	—	—	0.00	—
Cu	—	—	—	0.00	—
Ni	—	—	—	0.00	—
Co	—	—	—	0.00	—
	100.21	99.89	100.41	99.88	99.84
O for F	0.16			0.32	0.17
	100.05			99.56	99.67
Sp. gr.	3.178		3.182	3.110	

1. Schorlite, Varuträsk, Anal. TH. BERGGREN.
2. » , Paris, Maine, Anal. RIGGS, Am. Jour. 35 (1888) p. 40.
3. » , Eibenstock, Anal. KUNITZ, Chem. Erde, IV, p. 215.
4. Indigolite, Varuträsk, Anal. TH. BERGGREN.
5. » , Utö, Anal. NAIMA SAHLBOM, Bull. Geol. Inst. Ups. XV, p. 322.

The contact between shell and core is in general singularly sharp. In hammering loose a zonal tourmaline, the outer green shell shows a marked tendency to peel off or crumble away, leaving the central core of rubellite intact. Between the green shell and the red core a narrow rim of blue indigolite has occasionally been observed. Also in the core irregular patches of blue tourmaline are sometimes to be seen, though of rare occurrence.

A very marked and singular feature are the capped tourmaline crystals. In many cases the uppermost part of a crystal, paralle to the basis, is formed of a somewhat loosely affixed cap of homogeneous green tourmaline of a darker tinge than the shell in general A cap of a lepidolite plate of 1—2 mm in thickness is also not unusual.

---

[1] All Fe calculated as FeO.

[2] Contaminated by some quartz.

2.

	Verdelites.		Rubellites.				
	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
$H_2O < 105°$	0.00	—	0.00	0.24	—	—	—
$H_2O > 105°$	2.69	4.18	3.02	2.75	3.18	4.26	3.47
SiO_2	38.10	37.85	38.06	36.70	38.01	38.08	37.89
TiO_2	0.09	—	0.02	—	—	—	0.04
Al_2O_3	38.50	37.73	41.78	42.99	41.48	42.24	43.85
Fe_2O_3	—	0.42	0.035	—	—	—	—
FeO	3.87[1]	3.88	—	1.35	0.27	0.26	0.11
MnO	0.46	0.51	0.45	0.28	1.48	0.35	0.11
CaO	0.10	0.49	0.72	0.60	0.57	0.56	0.07
MgO	0.10	0.04	0.02	0.10	—	0.07	—
Li_2O	1.52	1.34	1.55	0.89	1.75	1.59	1.66
Na_2O	2.93	2.16	2.48	3.36	2.17	2.18	2.43
K_2O	0.21	0.62	0.25	0.49	0.21	0.44	—
Rb_2O	0.00	—	0.01	—	—	—	—
Cs_2O	0.00	—	0.00	—	—	—	—
B_2O_3	10.70	10.55	10.88	10.76	10.51	9.99	10.28
F	0.77	0.62	0.92	0.10	0.96	0.28	0.10
P_2O_5	—	—	—	—	—	—	—
Cr_2O_3	0.00	—	0.00	—	—	—	–
Cu	—	—	—	—	—	—	—
Ni	—	—	—	—	—	—	—
Co	—	—	—	—	—	—	—
	100.04	100.39	100.195	100.61	100.59	100.29	100.01
O for F	0.32	0.26	0.39	0.04	0.40	0.12	0.04
	99.72	100.13	99.805	100.57	100.19	100.17	99.97
Sp. gr.	3.065		3.025		3.006	2.997	3.05

6. Verdelite, Varuträsk. Anal. TH. BERGGREN.
7. » , Auburn, Maine. Anal. RIGGS, Am. Jour. 35 (1888) p. 40.
8. Rubellite, Varuträsk. Anal. TH. BERGGREN.
9. » , Utö. Anal. NAIMA SAHLBOHM, Bull. Geol. Inst. Ups. XV p. 322.
10. » , Mursinsk. Anal. KUNITZ, Chem. Erde IV p. 215.
11. » , Rumford, Maine. Anal. RIGGS, Am. Jour. 35 (1888) p. 40.
12. » , Elba. Anal. SCHALLER, Zeit. Krist. 51, p. 323.

A reiteration of the zonal distribution, wellknown from so many other localities and in frequency culminating in the Madagascar tourmalines, according to LACROIX with up to 20 zones, is not developed at Varuträsk. Exceptionally, vague indications of repeated zonal colouring can be surmised but hardly more. One may therefore say that at Varuträsk a zonal reiteration is all but wanting.

Chemical composition.

The four principal types, black, blue, green and red tourmaline, have been analysed by Miss THELMA BERGGREN. The result of the analyses is brought together in table 2. Some analyses of tourmalines with similar composition from other localities are given for comparison.

---

[1] All Fe calculated as FeO.

The analyses of Varuträsk-tourmalines correspond to the following ratios of the oxides:

	Na_2O (K_2O, CaO)	Li_2O	FeO (MnO, MgO)	Al_2O_3	B_2O_3	SiO_2	H_2O	F
Schorlite	1.04	—	4.18	7.12	3.00	12.44	2.24	0.41
Indigolite	1.49	0.72	1.59	7.58	3.00	12.75	3.19	0.83
Verdelite	1.00	0.99	1.23	7.37	3.00	12.38	2.82	0.79
Rubellite	1.06	1.00	0.12	7.87	3.00	12.17	3.22	0.93

In 1888 Riggs proposed the following formulas for three marked tourmaline-types:[1]

1. Li-tourmaline, $2\,(Na, Li)_2O \cdot 8\,Al_2O_3 \cdot 3\,B_2O_3 \cdot 12\,SiO_2 \cdot 4\,H_2O$
2. Fe-tourmaline, $Na_2O \cdot 4\,FeO \cdot 7\,Al_2O_3 \cdot 3\,B_2O_3 \cdot 12\,SiO_2 \cdot 4\,H_2O$
3. Mg-tourmaline, $\frac{2}{3}\,Na_2O \cdot \frac{28}{3}\,MgO \cdot 5\,Al_2O_3 \cdot 3\,B_2O_3 \cdot 12\,SiO_2 \cdot 4\,H_2O$

The rubellite of Varuträsk is identical with Riggs' formula for Li-tourmaline, on the presumption that F is assumed to substitute H_2O. The schorlite can be identified with Riggs' Fe-tourmaline, but contains less H_2O (even inclusive F).

Machatschki has in 1929 from the analyses of Penfield and Foote deduced a general formula for tourmalines: $XY_9B_3Si_6\,(O, OH, F)_{31\,(\pm 1)}$.[2] In this formula X represents Ca, Na, K, (Mn) and Y the elements Li, Mg, Mn, Fe, Ti and Al. The (O, OH, F)-ratio may vary from 30 to 32.[3] This general formula is confirmed through X-ray analyses. The hexagonal unit cell contains 3 molecules $XY_9B_3Si_6H_xO_{31}$.

For the Varuträsk tourmalines the following general formulas may be computed:

1. Schorlite $(Na, K)_2(Fe, Mn, Mg)_4Al_{14}B_6Si_{12}H_4\,(O, OH, F)_{62}$
2. Indigolite $(Na, K, Ca)_3Li_{1.5}(Fe, Mn)_{1.5}Al_{15}B_6Si_{12}H_6(O, OH, F)_{63}$
3. Verdelite $(Na, K, Ca)_2Li_2(Fe, Mn, Mg)Al_{15}B_6Si_{12}H_6(O, OH, F)_{63}$
4. Rubellite $(Na, K, Ca)_2Li_2Al_{16}B_6Si_{12}H_6(O, OH, F)_{63}$

These formulas agree well with the general formulas, given by Machatschki, with exception for indigolite, which shows a higher (Na, K, Ca)-ratio. The higher ratio for Si and O in the same formula is without doubt caused by some contamination by quartz. The formula above for indigolite has therefore been recalculated with deduction for Si and O from Si_{13} and O_{65} to Si_{12} and O_{63}.

Machatschki has assumed for the different tourmaline-types "neben der allgemeinen Summenformel, spezielle Summenformeln in welchen sich im Rahmen der allgemeinen Formel die isomorphen Vertretungen mit jeder gewünschten Genauigkeit für den Einzelfall darstellen lassen".[1] Relating to "Die Formeleinheit des Turmalins" MACHATSCHKI has given 28 such special formulas.[2]

---

[1] Am. Jour. 35 (1888), p. 50.

[2] Zeit. Krist. 70, p. 214.

[3] Chem. der Erde 6, p. 253.

In order to equalize these special formulas, the formulas given for the Varuträsk-tourmalines have been multiplied with the factor 1.5. The formulas may then approximately be written as follows:

1. Schorlite, $Na_3Mg_6Al_{21}B_9Si_{18}H_6O_{93}$
2. Indigolite, $Na_4Li_2Mg_2Al_{23}B_9Si_{18}H_9O_{95}$
3. Verdelite, $Na_3Li_3Mg_2Al_{22}B_9Si_{18}H_9O_{94}$
4. Rubellite, $Na_3Li_3Al_{24}B_9Si_{18}H_9O_{94}$

The formula given for schorlite is (but for the H-quantity) identical with a special formula given by MACHATSCHKI and computed from analysis 2 in table 2. Formulas, which are identical with the composition of verdelite and rubellite of Varuträsk (but for the H- and O-ratios) are included in MACHATSCHKI's suite of formulas and computed from analysis n:o 7 (verdelite) and n:o 11 och 12 (rubellite). The indigolite-formula, however has no exact analogy.

According to KUNITZ the tourmalines are members of different isomorpheous series. The most important are:

1. Dravite-series.
   Endmembers: Dravite, (Mg-tourmaline) $H_8Na_2Mg_6Al_{12}Si_{12}B_6O_{62}$
   Schorlite, (Fe-tourmaline) $H_8Na_2Fe_6Al_{12}Si_{12}B_6O_{62}$
2. Rubellite-series.
   Endmembers: Rubellite, (Li-tourmaline) $H_8Na_2(LiAl)_3Al_{12}Si_{12}B_6O_{62}$
   Schorlite, (Fe-tourmaline) $H_8Na_2Fe_6Al_{12}Si_{12}B_6O_{62}$

An Al-richer component $H_8Na_2(Fe, Mg)_5Al_{14}Si_{11}B_6O_{62}$ completes the two isomorpheous series, forming a three-phase-system. Other series follow, characterised by a substitution of the atom-group (NaAl) for (CaMg) and further Fe for Mn. As a support for this theory KUNITZ shows a relation between optic properties and spec. gravity on one hand and chemical composition on the other hand, in his diagram represented by straight lines.

As all Varuträsk tourmalines are more or less Li-bearing, they should be referred to KUNITZ' rubellite-series. But it is difficult to fit them into his isomorpheous series. The black tourmaline with a small Li-quantity is to be looked upon as an all but pure Fe-tourmaline. This tourmaline, however, cannot be compared with KUNITZ' schorlite-molecule $H_8Na_2Fe_6Al_{12}B_6Si_{12}O_{62}$, on account of its higher Al-content and lower Fe-content, nor is the black tourmaline identical with KUNITZ' Al-richer component H_8Na_2 (Fe, $M)_5Al_{14}B_6Si_{11}O_{62}$. The Varuträsk-rubellite contains no Fe and an inconsiderable quantity Mn, and may therefore be looked upon as a pure Li-tourmaline. There is, however, some difference to KUNITZ' rubellite molecule through a higher Al-content.

---

[1] Chem. der Erde 6, p. 254.

[2] Zeit, Krist. 70, p. 219.

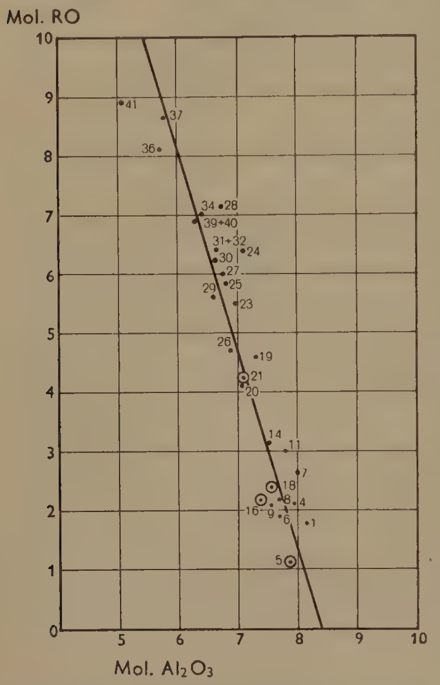


Fig. 5. Diagram showing relations Al_2O_3 : RO of analysed Varuträsk tourmalines, (encircled dots), and of analyses according to table 3.

If complete isomorphism exists, one could eventually assume a series (Na, K, $Ca)_2$ (Li, $Al)_2$ Al_{14} $B_6Si_{12}H_x$ (O, OH, $F)_{62 \pm 1}$ and (Na, K, $Ca)_2$ (Fe, Mn, $Mg)_4$ $Al_{14}B_6$ $Si_{12}H_x$ (O, OH, $F)_{62 \pm 1}$. It may, however, be doubted, whether these systems of complete isomorphism correspond to all substitution possibilities of the elements in the tourmaline molecule. The 28 special formulas, given by MACHATSCHKI, give a good idea of the complicated problem. It is especially the variable Al-quantity in this suite of formulas, which is of interest. Within the FeMg-tourmalines MgAl varies between $Mg_{12}Al_{15}$ and Mg_2Al_{25}. In Mg the elements (Fe, Mn, Mg, Li) are included, which all substitute Al, though mutually in variable proportions. There seems however to be an established relation between Al and the elements just named. SCHALLER[1] has proved a reciprocal relation between Al_2O_3 on one hand and RO on the other. RO = FeO, MnO, CaO, MgO, K_2O, Li_2O, Na_2O, H_2O (exceeding 3 molecules H_2O).

With decreasing content of Al_2O_3 continually increasing values of RO follow and vice versa. In diagram SCHALLER has shown, that the relation is a straight lined function. In the following modified diagram (fig. 5), the relation Al_2O_3 : RO is given. CaO, Na_2O and K_2O have, however, been deducted from RO, as Ca, Na and K cannot according to MACHATSCHKI substitute Al.

---

[1] Zeit. Krist. 51, p. 336.

Table 3.

1. Rubellite, Elba.[1] (Anal. 12, table 2).
2. » , Minas Geraes, Brazil (Brazil A).[2]
3. » , Rumford, Maine (Rumford A).[2] (Anal. 11, table 2).
4. » , Mesa Grande, Cal.[1]
5. » , Varuträsk. (Anal. 8, table 2).
6. » , Mursinsk. Siberia.[3] (Anal 10, table 2).
7. Verdelite, Mesa Grande, Cal.[1]
8. Rubellite, Penig, Saxony, Germany.[3]
9. » , Nertschinsk, Siberia.[3]
10. Verdelite, Brazil.[4]
11. » , S. W. Africa.[3]
12. » , Minas Geraes, Brazil (Brazil B).[2]
13. » , Auburn, Maine (Auburn A).[2]
14. » , Haddam Neck, Conn.[5]
15. » , Barrado Perahy, Brazil.[4]
16. » , Varuträsk. (Anal. 6, table 2).
17. » , Minas Geraes, Brazil (Brazil C).[2]
18. Indigolite, Varuträsk. (Anal. 4, table 2).
19. Schorlite, Ramona, Cal.[1]
20. » , Ural.[3]
21. » , Varuträsk. (Anal. 1, table 2).
22. » , Paris, Maine.[2] (Anal. 2, table 2).
23. » , Eibenstock, Saxony.[3] (Anal. 3, table 2).
24. » , Epprechtstein.[3]
25. » , Auburn, Maine. (Auburn D).[2]
26. » , Pedretto.[3]
27. » , Alabaschka, Siberia.[4]
28. » , Spessart, Bavaria.[3]
29. » , Lost Valley, Cal.[1]
30. » , Bamle, Norway.[3]
31. » , Minas Geraes, Brazil (Brazil D).[2]
32. » , Hörlberg.[3]
33. » , Piedra Blanca, Mexico.[4]
34. » , Haddam, Ct.[2]
35. Dravite, Nantic Gulf, Baffin's Land.[2]
36. » , Dekalb, N. Y.[4]
37. » , Hamburg, N. J.[2]
38. » , Gouverneur, N. Y.[2]
39. » , Monroe, Ct.[2]
40. » , Orford, N. H.[2]
41. » , Pierrepont, N. Y.[2]

There evidently exists a distinct connection between chemical composition and optical-physical properties. In 1900 Wülfing[6] showed such a relation between on the one hand spec. gravity and birefringence and on the other hand the Fe-quantity in the tourmalines.

According to Kunitz[7] the relation between chemical composition and optical-physical properties is a straight-lined function. As mentioned

---

[1] Schaller, Zeit. Krist. 51, p. 321.
[2] Riggs, Amer. Jour. 35 (1888), p. 35.
[3] Kunitz, Chem. Erde 4, p. 208.
[4] Jannasch-Kalb, Ber. chem. Ges. 22, p. 16.
[5] Penfield-Foote, Zeit. Krist. 15, p. 337.
[6] Programmschrift der K. Würt. Akad. 1900, p. 91.
[7] Chem. Erde 4, p. 218.

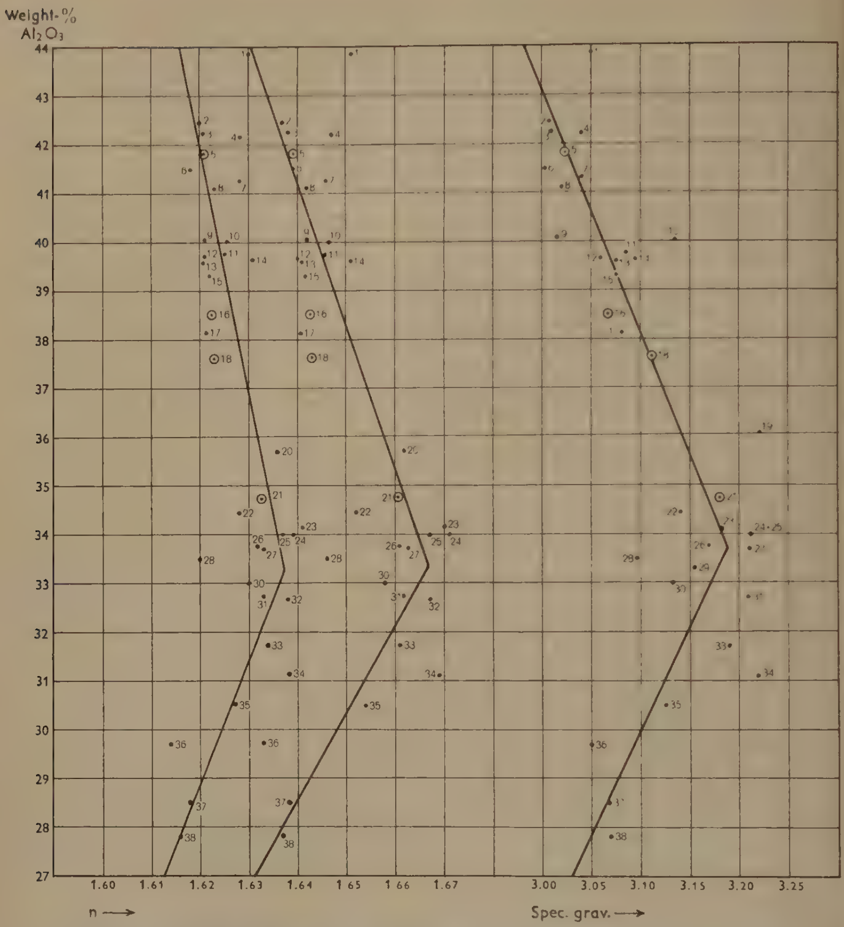


Fig. 6. Diagram showing relations Al_2O_3 to refringence and spec. grav. in analysed Varuträsk tourmalines, (encircled dots), and in analyses according to table 3.

above, Kunitz assumes the tourmalines to be members of different isomorpheous series for which reason the chemical composition in the diagrams are expressed in percentage of the endmembers of respective series. The chemical composition, however, seems to be given a better expression by directly indicating the percentage of respective elements in the analysis than by indicating the molecular proportions, which must be more or less hypothetical on account of the complicated substitution conditions in the tourmaline molecule. According to private information from Dr. Kunitz he has found better use for the latter method in the graphical description of his later works.

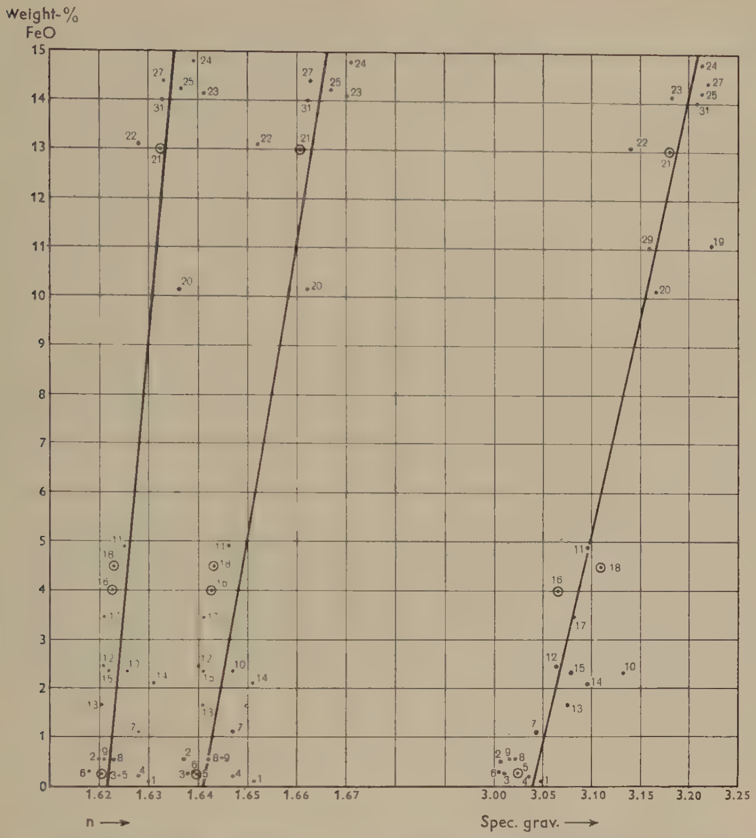


Fig. 7. Diagram showing relations FeO to refringence and spec. grav. in analysed Varuträsk tourmalines, (encircled dots), and in analyses according to table 3.

As mentioned a reciprocal relation is to be found between Al_2O_3 and RO. Al_2O_3 appears in SCHALLERS diagram[1] as the only component against all bases included in RO (cfr fig. 5). According to SCHALLER Al_2O_3 seems to be the best expression for chemical composition in graphical version. In the following diagrams the spec. gravity and the indices of refringence are represented in relation to the Al_2O_3-quantity (fig. 6). The numbers refer to tourmaline analyses as registered in Table 3. The encircled dots signify the Varuträsk-tourmalines.

The highest Al_2O_3-values (up to 44 %) exist in the Li-tourmalines. Increasing FeO follows with decreasing Al_2O_3. The FeO-content reaches its maximum at about 35 % Al_2O_3. With further decreasing Al_2O_3, Mg and Ca enter into the molecule instead of Fe. Spec. gravity and indices of refraction show a maximum about 33—34 % Al_2O_3. These properties therefore can be looked upon as functions in the first place of the FeO-content, which is given in the diagram fig. 7, showing a continual increase of refringence, birefringence and specific gravity with increasing FeO-quantity. The values of the Varuträsk-tourmalines seems to follow the straight-lined functions rather well. Other values, however, show considerable deviations. Naturally one property cannot be a continual function, as dependent on influences of not only the FeO-content, but also secondarily of other elements, the quantity of which changes in the tourmaline-molecule within the bounds of the formulas given by Machatschki. Especially Ca and Mg may influence the optical and physical properties of the tourmaline. As mentioned above an increasing Mg-quantity causes decreasing refringence and spec. gravity. According to Kunitz it seems, however, as if a substitution of Na by Ca would give higher values. In some cases the deviations in the diagrams can be explained in this way (high Ca-content — high values of refringence in number 4, 7, 14, 20, diagram, fig. 7). But in spite of low Ca- and relatively high Mg-content the numbers 23, 24 and 25 show higher values for refringence than expected. Number 1 with a low Ca-content shows abnormally high refringence. It is, however, difficult to explain the causes of these abnormal conditions on the account of the complex constitution of the tourmaline. There may be a co-operation between the factors mentioned above and other factors not known, which influence the optical properties in the different cases.

---

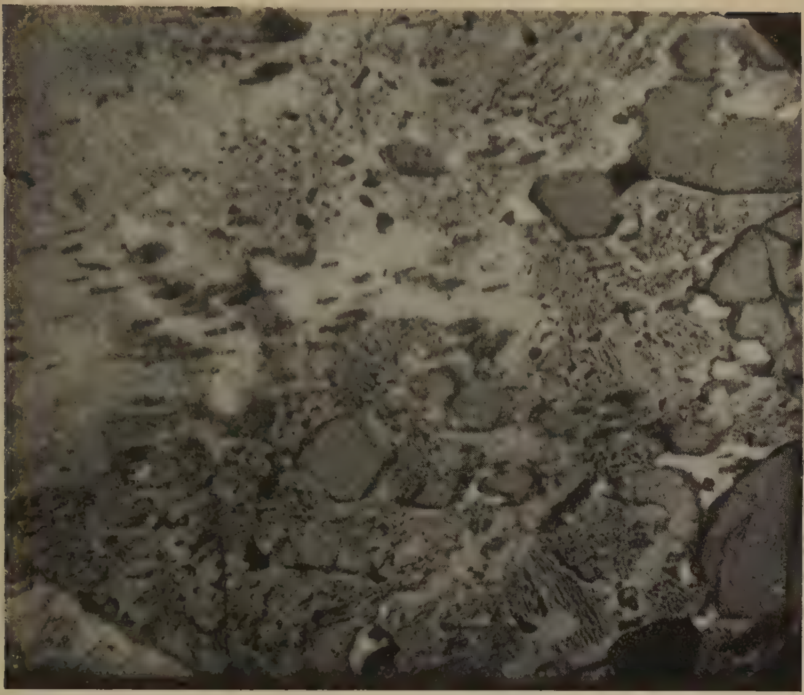
[1] Zeit. Krist. 51, p. 336 and 340.

Alterations of the Varuträsk tourmalines.

Of the different subspecies of tourmalines at Varuträsk the red elbaite or rubellite to all evidence most readily succumbes to varying phases of alteration. Already in an earlier publication of this series[1] the mineral cookeite was described as occurring in well preserved pseudomorphoses after rubellite. It was then said that only two examples of such pseudomorphoses had been observed. Since then manifold occurrences of such alteration processes have been found in the Varuträsk pegmatite. The rubellite has also according to later observations been found to alter into lepidolite, which then formes a finegrained, granular, nearly colourless mass with stray fragments of fresh tourmaline dispersed throughout the secondary mica. Under the microscope larger rubellite individuals can be seen to be penetrated by slender veins of lepidolite, evidently denoting and connected with a

---

[1] P. Quensel, On the occurrence of cookeite, G. F. F., 59, 1937, p. 265.
[2] Am. Min., 15, 1930, p. 356.



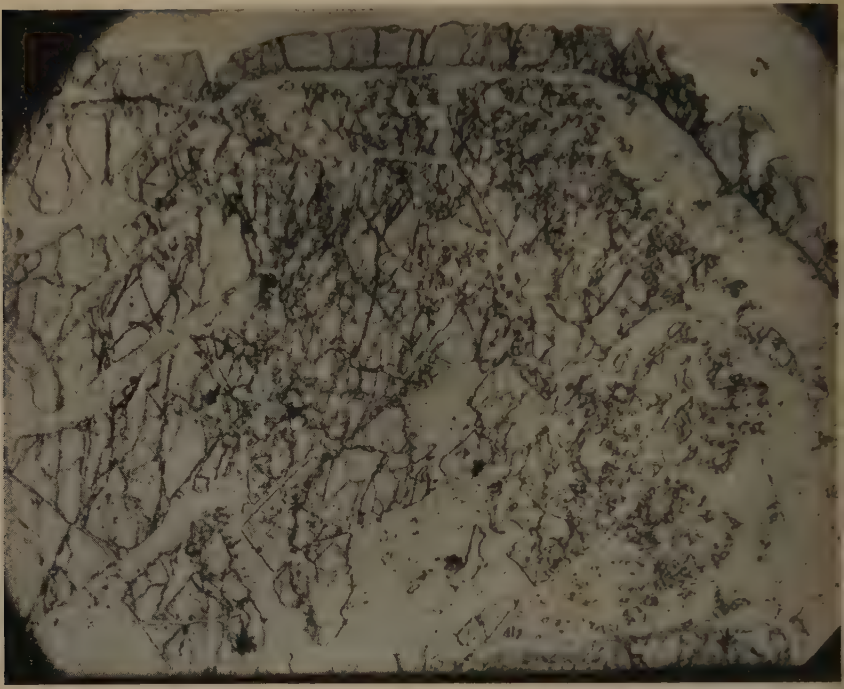
S. Hedlund photo.

Fig. 8. Myrmekite, replacing rubellite core in zonal elbaite with scattered relics of unchanged rubellite. Varuträsk. 85 × 1. Nicols crossed.

commencing alteration process. In the veins of this category the lepidolite is often developed in a very fine-grained to cryptocrystalline form. Optical determinations of coarser-grained lepidolite in the same vein material gave $2V = 35°$, $\gamma - \alpha = 0.030$. Fraser has from the pegmatite of Newry described analogous alterations.

It is, however, the zonal tourmalines which show the most interesting stages of often fargoing alteration processes, resulting in replacements of a new and unforseen character.

As mentioned above, the zonal tourmalines of Varuträsk exhibit in their best development a thin green shell of verdelite enveloping a sharply bounded inner core of rubellite. In a number of such zonal crystals the red core is found to be more or less completely replaced by a singular myrmekitic intergrowth of quartz and albite, as shown in fig. 8. Megascopically one can observe how fragments of fresh rubellite are still to be found dispersed throughout the quartz-albite symplektite. The green shell has in every case remained intact, under the microscope

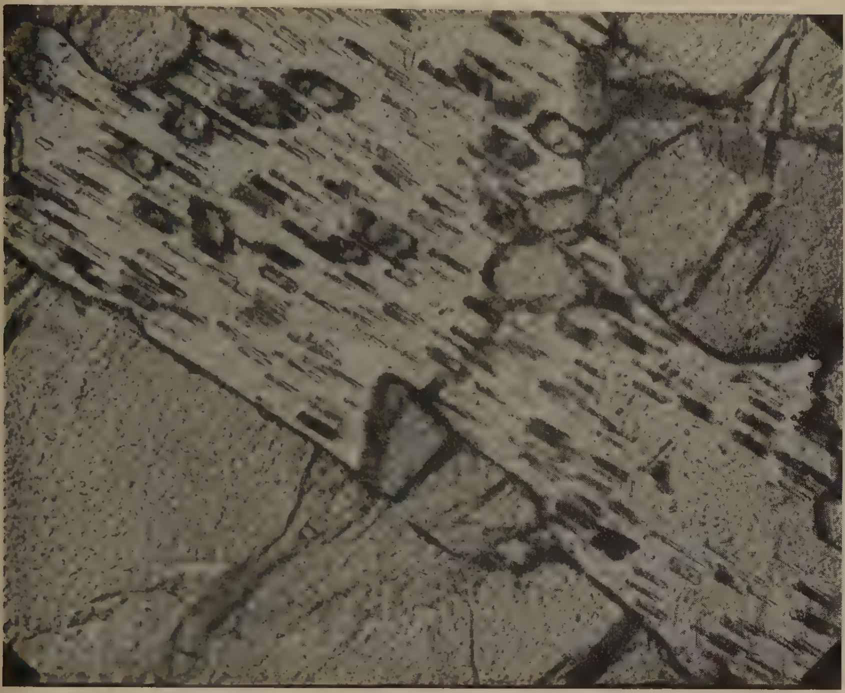


S. HEDLUND photo.

Fig. 9. Zonal elbaite with marked ring of verdelite and core of rubellite, partially replaced by myrmekite. Varuträsk. 9 × 1.

appearing as a well-defined, all but colourless and unpleochroitic borde round the altered core, (Fig. 9). In the core one may, besides large fragments of rubellite, observe innumerable smaller relics of the core tourmaline with uniform optical orientation in a groundmass of myrmekite. In places the tourmaline can still be seen preserved as a framework, the myrmekite invading and replacing the rubellite in any proportions, till at last only a network of optically uniformly orientate microlites remains imbedded in the delicately textured quartz-albit symplektite. (Fig. 10.) It is significant that the optical orientation of the verdelite shell, the larger fragments of rubellite and th skeleton microlites of the same is nearly without exception in ful coincidence.

The most remarkable fact, relating to the alteration process i question, is however the textural development of the secondary cor replacement. The whole aggregate of small albite grains is to a larg extent intergrown with slender quartz fibres in uniform optical orien



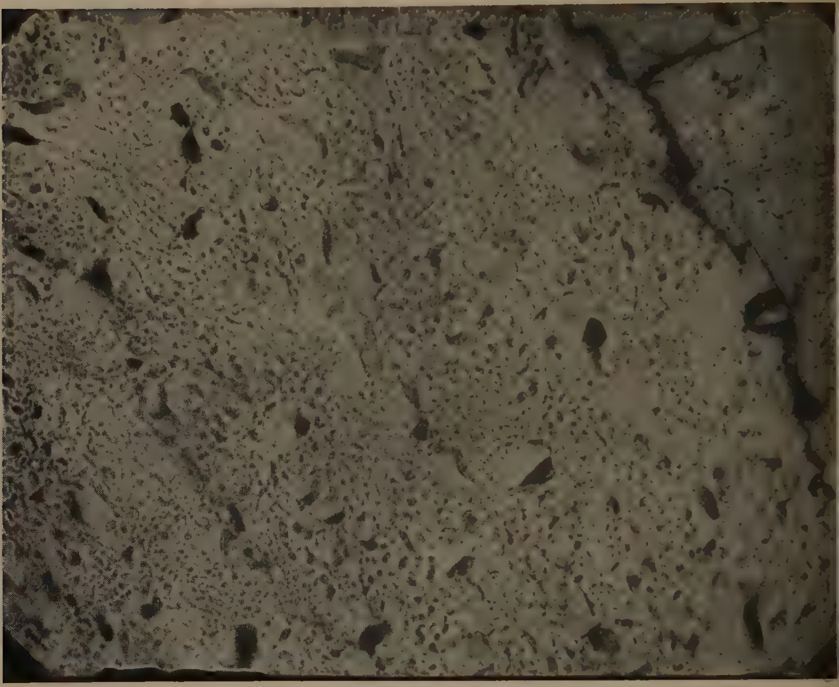
S. Hedlund photo.

Fig. 10. Myrmekite replacing rubellite in zonal elbaite, with skeleton relics of rubellite in uniform optical orientation. Varuträsk. 130 × 1. Nicols crossed.

tation. The texture of the intergrowth is in every detail myrmekitic, (fig. 11). The albite is often twinned after the albite law and then shows a maximal extinction of 15° in the symmetrical zone, indicating a composition $Ab_{96}An_4$. Fig. 12 shows the myrmekite in relation to the twinning lamellae.

It is not alltogether easy to explain the origin or the progressive development of the core filling. Though fully resembling the myrmekite of many archaean granites both in relation to composition and texture, the traditional explanation of the formation of myrmekite as a quartz-albite invasion into orthoclase or microcline is in the present case not applicable. Before discussing the probable or possible origin of the myrmekitic intergrowth it will perhaps be opportune to dwell on the alterations and replacement processes in general, to which the kernal parts of the zonal tourmalines have been exposed.

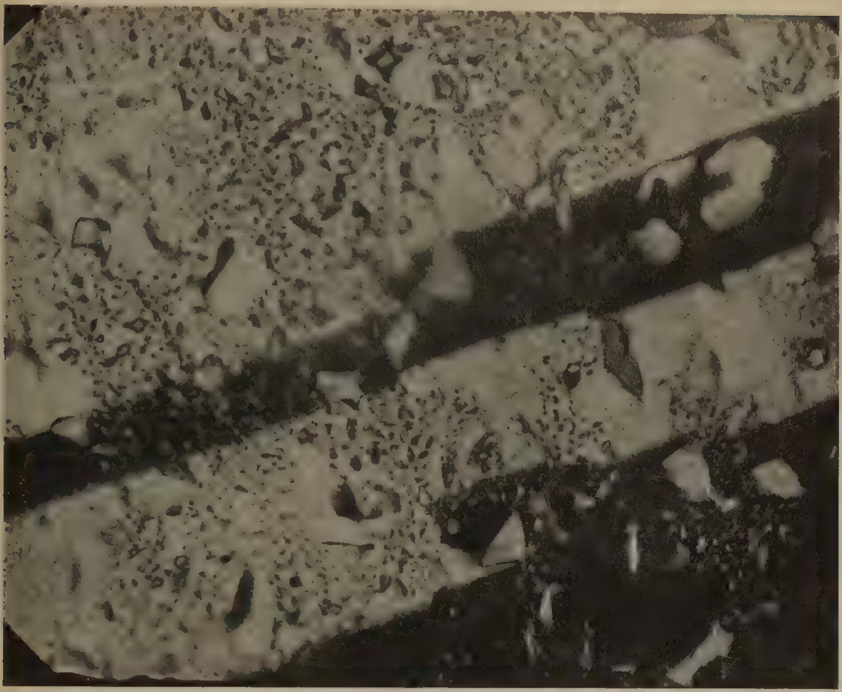
In the first place it may then again be emphasized that the outer green shell of verdelite has wholly resisted the invasive solutions. No



S. Hedlund photo

Fig. 11. Complete replacement of rubellite core by myrmekite in zonal elbaite. Varuträsk. 130 × 1. Nicols crossed.

signs of alteration or corrosion are to be observed either on the oute or inner rims of the enveloping shell. The inner contact between shel and core is also singularly sharp with every indication of representin the primary boundary. On the other hand, the kernal part of rubellit has to all evidence readily succumbed to the active forces of the solutions. To begin with we were inclined to assume that the developmen of the altered zonal tourmalines was the result of two different and consecutive processes, one resulting in a complete or all but complet excavation of the rubellite core, the other involving a precipitation o quartz-feldspar material from later solutions. Observations under th microscope are however not in accordance with such a sequence in th process of alteration. Especially the fact that the microlites of rubellite still retained in the altered core, show uniform optical orientation, whic conforms with the orientation of the outer verdelite shell, is not consistent with the idea of a preceeding complete excavation of the interior. The excavated interior of the zonal tourmalines of Chesterfiel



S. HEDLUND photo.

Fig. 12. The same phenomenon as in fig. 11, but showing myrmekite structure uniformly transversing albite twinning. Varuträsk. 130 × 1. Nicols crossed.

Mass., as described by DANA,[1] which we first thought might represent a parallel to an initiative stage in the alteration of the Varuträsk zonal tourmalines, can hardly be taken to indicate any analogy here in the sequence of replacement. Instead an explanation must be resorted to involving an all but complete successive replacement of the core, including a leaching of the primary rubellite and a contemporaneous deposition of new quartz-feldspar material, whereby rests of the original rubellite core were not further influenced by the process of substitution than that they could retain their original position as seen by their uniform optical orientation. (Fig. 10.)

We may now return to the question as to the mode of deposition of the quartz-albite material in myrmekitic intergrowth in the kernal part of the altered zonal tourmalines. It seems hardly possible to explain the formation of the symplektite in the case before us otherwise than as originally so formed in place. There are no indications that secondary reactions after the replacement have in any way contributed to the myrmekitic development of the quartz-albite material. As known, different opinions have been offered as to the primary or secondary nature of the usual development of myrmekite in acid eruptives. BECKE came to the conclusion that "die Myrmekitbildung sich in einer Phase der Gesteinsbildung zu vollziehen scheint, die sich unmittelbar an die Erstarrung anschliesst, also zu einer Zeit, wenn die Temperatur noch die Erstarrungstemperatur nahe steht und noch Lösungsmittel im Gestein vorhanden sind."[1] SEDERHOLM comes to very nearly the same conclusion, which he summerises as follows: "Primary or secondary origin of the myrmekite. The authors who have discussed the petrogenetical question have arrived to widely different conclusions. In several cases they have also changed their opinions as they have gathered more evidence. — It has already been emphasised that myrmekite cannot be regarded as primary in the strictest sense of the word, since it has crystallised within the borders of another mineral, replacing its substance. — Another question is whether the myrmekite is a product of the plutonic activity connected with the consolidation of the magma of the rock in which it occurs, or a formation of later date. — I have here accounted for a number of observations, which seem to prove beyond doubt that the myrmekite of certain rapakivi granites, and also of older pre-Cambrian rocks, has been formed before the final consolidation of all the mineral constituents of the magma".[2] ESKOLA agrees with the opinions of BECKE and SEDERHOLM but adds that "it seems probable that the myrmekite may have originated already during the process of consolidation".[3] — KALB[4] and SVITALSKY[5] on the other hand assume a genuine and primary magmatic origin of myrmekite, whereas TRONQUOY[6] comes to the conclusion that "la production de la myrmékite est donc une phénomène secondaire d'origine profonde et, sans doute, un mode spécial d'albitisation".

---

[1] System of Mineralogy, 6th edition, p. 557. (First mentioned in 4th edition). According to a friendly communication by letter from prof. FORD probably an unpublished personal observation of DANA.

As seen by the works cited, the origin of myrmekite is a matter of rather diverging opinions. This is however to a certain extent due to different interpretations of the terms primary and secondary formation. SEDERHOLM is aware of this fact and says relating theretoo: "it would be advisable to discriminate between such metasomatic changes which belong to a later period of metamorphism, i. e. are secondary in the strictest sense of the word, and those which have taken place in direct continuation of the consolidation of the magma of the rock itself". For the latter SEDERHOLM proposes the name deuteric, as distinct from secondary changes, sensu stricto.

---

[1] Über Mineralbestand und Struktur der kristallinen Schiefer. Denkschr. d. Akad. der Wissensch., Math.-Naturw. Klasse, 65, 1913, p. 134.

[2] Bull. Comm. Geol. de Finland, 48, 1916, p. 138.

[3] Bull. Comm. Geol. de Finland, 40, 1914, p. 27.

[4] Petrogr. Unters. am Granit von Bornholm. Inaug. Diss., Greifswald 1914, p. 45.

[5] Explorations géol. dans les régions aurifères de la Sibérie. Livr. 9, 1913, p. 137.

[6] Origine de la myrmékite, Bull. Soc. français de Min., 35, 1912. p. 214.

In the case before us a discrimination will also be found necessary in discussing the primary or secondary nature of the myrmekitic textures. In the first hand the whole alteration process is naturally of a secondary nature in respect to the tourmaline-cleavelandite epoch of mineralisation. On the other hand, the crystallisation of the quartz-albite symplektite, substituting the kernal rubellite in the zonal tourmaline, can hardly in situ represent anything else than a primary mode of deposition. As already mentioned, no indications of any secondary exchange of material after the first solidification or reactional interchange between the mineral components of the kernal filling are to be observed. The myrmekite may therefore here most probably be said to represent a primary crystallisation in a secondary process of decomposition. The sentence of TRONQUOY, cited above, "la production de la myrmékite est — — — un mode spécial d'albitisation", seems most adequately to picture the mineralisation process here in question.

There are not many references published concerning altered zonal tourmalines or intergrowths between tourmaline and quartz-feldspar material, which indicate any closer relationship to the replacement processes, described above. The black tourmaline of Port Henry, N. Y., containing a core of feldspar (orthoclase?), represents according to WILLIAMS[1] a contemporaneous crystallisation. KEMP[2] is of the same opinion, assuming a primary eutectic solution of both components. SCHALLER,[3] who has also discussed the occurrence, presumes that the tourmaline has partly replaced the feldspar. In any case there is no direct analogy to the conditions or circumstances at Varuträsk.

HERMANN CREDNER describes in some detail orientated intergrowths between tourmaline and quartz or tourmaline and a quartz-feldspar mixture from Wolkenburg in Sachsen. Black tourmalines are said to contain "einen weissen Quarzkern von rundlichem oder sechsseitigem Querschnitt, dessen Prismenflächen in letzterem Falle denen des Turmalins entsprechen. Dann stellt letzterer einen hohlen sechsseitigen Cylinder mit bald schwächeren bald stärkeren Wandungen vor, dessen Inneres mit Quarz, zuweilen aber auch mit einem Gemenge von diesem und Feldspat, also mit feinkörnigem Nebengestein ausgefüllt ist." A little further on CREDNER speaks of "eine zartwandige, von Quarz und

---

[1] Am. Journal of Sc. 11, 1876, p. 273.
[2] Econ. Geol. 19, 1924, p. 710.
[3] Am. Journal of Sc. 10, 1925, p. 278.

Feldspath ausgefüllte sechsseitige Turmalinröhre."[1] The formation o the intergrowths and kernal filling is interpreted as a parallel to th perimorphoses or "Kernkristalle" of SCHEERER. Under the latter nam KNOP has described tourmalines with a "Quarz-Albite-Kern" fron Auerbach of much the same development.[2] Both CREDNER and KNO consider, however, the intergrowths as the result of contemporaneou crystallisation. "Es ist augenscheinlich, dass sich die Krystallisationskraft des anschliessenden Turmalins der sich zu gleicher Zeit ausscheidenden Quarz- und Feldspatmolekule bemächtigte und sie in dessen Formen zwang". We have from the old descriptions not been abl to form a definite opinion, if any comparison can be drawn between th phenomena related by CREDNER and KNOP from Wolkenburg an Auerbach and the kernal composition of the zonal tourmalines of Varuträsk.

Of other replacement products, associated with the quartz-albit symplektite in the rubellite cores of the zonal tourmalines of Varuträsk, lepidolite, cookeite and topas may be named. Narrow veins o lepidolite and cookeite occur relatively abundantly in the kernal filling sometimes also found transversing the myrmekitic symplektite, indicating a continued invasion of the lithium micas after the consolidatio of the myrmekite. Topas is sparingly distributed amongst the othe replacement minerals.

In some cases indications of a later secondary alteration are to b observed in the core substance. The albitic ingredient of the myrmekit is then found altered to a weak birefringent kaoline mineral of a dirt yellow colour, which probably is halloysite.

Excepting the red varieties of the elbaites, the other tourmalines c the Varuträsk pegmatite have in general effectively resisted later alteration. Where cleavelandite, lepidolite and late quartz have invade earlier parts of the pegmatite, preexisting tourmalines have remaine intact, in aggregated masses now inclosed in the later minerals. Onl exceptionally one may observe insignificant indications of corrosion i connection with cracks in the tourmaline crystals, filled with cleavelandite, lepidolite or quartz.

Mineralog. Dept., Univ. of Stockholm, December 1938.

---

[1] Zeitschr. d. Geol. Gesellsch., 1875, p. 182.

[2] Neues Jahrb. f. Min., 1858, p. 33.

The Gold-Copper-Arsenic Ore at Holmtjärn, Skellefte District, N. Sweden.

By

Olof H. Ödman.

(M. S. received July 26th, 1938.)

CONTENTS.

Introduction 91
Geologic Setting 92
Ores 93
Paragenesis 94
  General Statement 94
  Copper-arsenic Ore 95
  Pyrite Ore 101
  Sequence of Crystallization 102
Age Relationship of the Ores 102
Origin of the Ores 105
Summary 107
Acknowledgments 111
Bibliography 111
Explanation of Plates 111

Introduction.

In a paper in the last volume of this Journal (1) the author gave a brief account of some of the mineral associations of the Boliden deposit in the Skellefte District. One of the more outstanding features of this interesting deposit is the occurrence of massive, fine-grained arsenopyrite ore in large bodies. In the Skellefte District, which forms a rather distinct geological unit, arsenopyrite ores, more or less of the Boliden type, are fairly common, and they have been found in several deposits. As a rule they form lenses of varying size in later sulphide ores of different character. In some cases, as for instance at Östra Högkulla (2, p. 5), the arsenopyrite ore occurs only as small, rounded inclusions in a complex sulphide ore.

The Holmtjärn Mine, situated some 55 km N.W. of Boliden, is one of those deposits where arsenopyrite in some parts of the ore body is the predominant component. The deposit was found already in 1924 and was mined by the present Boliden Mining Company in 1924—26. It is of interest to note that the deposit actually outcropped through the cover of drift — a case not very often met with in the Skellefte District with its usually very heavy overburden.

During his work at Boliden the author has had reason to carry out comparative studies of the ore from Holmtjärn (and other deposits as well), studies which in this particular case mainly were carried out in the laboratory on specimens and microscopic sections, and only to an insignificant part in the field.

It was found that there were some striking similarities between the ores at Boliden and at Holmtjärn as regards geological appearance and paragenesis. On the other hand there are in many respects dissimilarities, pointing to a somewhat different mode of origin of the Holmtjärn ore. As the results of the investigation are thought to be of some interest as a contribution to the knowledge of the ore deposits of the Skellefte District in general, and of its arsenic ores in particular, it was found worth while to publish this paper.

Geologic Setting.

In a recent publication (3) A. HÖGBOM describes the general pre-Cambrian geology of the Skellefte District, and there he also gives some information about the geology around Holmtjärn. Most of the information, regarding the geology of the mine and its surroundings, given below, have been taken from HÖGBOM's paper and from a paper by the late Chief Geologist, Dr. O. BAECKSTRÖM (4).

The geology at Holmtjärn is characterized by the prevalence of acid volcanic rocks. They are nearly all quartz-porphyritic and also to a large extent agglomeratic and tuffaceous. The rocks in a fairly large area around the mine are strongly altered to sericite-schists, or to chlorite-schists in some places, and have gone through an intense shearing, resulting in a marked linear schistosity.

A yellowish gray sericite-schist, showing quartz phenocrysts and a faint vestige of an agglomeratic structure, forms the immediate wall rock in the mine. The alteration is rather advanced and there are no traces of primary textures, or such minerals as feldspar. The rock is mainly composed of quartz, sericite, some chlorite, and weak disseminations of pyrite, sphalerite and gold. At Holmtjärn the alteration never proceded as far as it did at Boliden, where it resulted in the formation of extreme andalusite- and sericite-rocks. Andalusite was never encountered in the sericite-schists at Holmtjärn.

Only 1—2 km N.E. of the mine there occurs a large massive of the oldest pre-Cambrian granite, the Jörn granite. The granite intrudes the volcanics and has caused some metamorphism along the contact, but to what extent it can be considered as the source of the ore-bearing solutions which formed this deposit — and other deposits in the district (including Boliden) — is still a problem awaiting its definite solution.

The volcanic rocks are folded, the general trend of the folds and the schistosity being N.W.—S.E. At the mine the sericite-schist shows a distinct linear schistosity, pitching about 70° N.W. The ore follows this structure which evidently controlled the course taken by the ascending ore solutions.

Ores.

The following figures, referring to size and grade of the ore body, are taken from the publications by Baeckström (4, p. 47) and Högbom (3, p. 87 and 116).

As mentioned above the ore body outcropped through the drift. The outcrop was deeply weathered and was composed of a gossan of mainly quartz and a brownish yellow or greenish material, containing massive lumps of unweathered copper-arsenic ore. To some extent it was composed of hydroxides of iron, but there were also present cellular and botryoidal masses of green or brownish minerals, probably mainly arsenious oxidation products. In the lumps of ore covellite occurred in microscopic blebs. An analysis of an ore lump gave 1 165 gram (37.5 oz) Au to the ton and 5 942 gram (191.7 oz) Ag to the ton. The stripping of the gossan disclosed an ore body about 8 sq. meters in area with a gold-copper-arsenic ore in the hangingwall portion and a pyrite ore in the footwall portion. The ore body diminished rapidly in size and petered out already at a depth of 30 meters. It was oval-shaped in plan and evenly wedge-shaped in section.

The upper portion of the unweathered copper-arsenic ore ran about 100 gram (3.2 oz) Au, but the grade increased towards the bottom where at 23 m the ore carried 542 gram (17.5 oz) Au. The content of silver at the corresponding depth was 858 gram (27.7 oz).

Close by there was found another small ore body composed of pyrite with sphalerite and Pb-Sb-minerals, running fairly high in gold and silver.

The gold-copper-arsenic ore is a compact, heavy sulphide ore with arsenopyrite as the dominating component. The colour is gray, but it has an unusual bluish tinge, quite different from other arsenic ores in the Skellefte District. Because of this unusual colour the author had a sample of almost pure arsenopyrite analysed in order to check the Fe-As-S proportion. The result was, however, in good accordance with the theoretical composition of arsenopyrite.

The copper-arsenic ore is in some cases comparatively coarsegrained, and individual grains 2—3 mm in length have been noticed. Usually, however, the ore is more finegrained, although dense arsenic ore of the Boliden type has never been observed at this locality.

The ore is brecciated by chalcopyrite which occurs in veinlets and schlieren, penetrating the ore in an irregular manner. The welldefined fissures and breccias with sharp-edged inclusions which so often occur in the arsenic ore at Boliden are never met with here. Aggregates of pyrite grains are often found in the replacing veins of chalcopyrite. Also gold and boulangerite have occasionally been seen.

On polished surface the copper-arsenic ore in some cases appears to be strongly fractured. The microscopic study shows this to be of common occurrence, and, as it has some bearing on the sequence of the ore deposition, it will be discussed in a following chapter. With the unaided eye one merely sees a network of small fractures and occasional zones, along which the fracturing seems to be particularly emphasized.

The pyrite ore is on the whole fine-grained, although here and there clusters of coarser grains are noted. Its colour is yellowish gray. Megascopically there is very little of interest to be seen in it, and only with the aid of the microscope further particulars can be gained. Some specimens show a fairly large amount of chalcopyrite; pyrrhotite was noticed only in one case.

As regards the relation of age of the ores, informations can no longer be obtained in the mine, and one is restricted to the evidence a study of specimens and microscopic sections can furnish. Several observations rather unanimously indicate that the copper-arsenic ore is the oldest formation, and that pyrite, accompanied by chalcopyrite, gold and a large number of other minerals, were brought in later, forming a second epoch of mineralization.

Paragenesis.

General Statement.

The paragenetic relations at Holmtjärn are much simpler than at Boliden, and the minerals present in the Holmtjärn ores are much fewer. The elements represented are on the whole the same, although some important differences are noticed. Minerals with Te and Se have, for instance, not been observed at Holmtjärn. At Boliden such minerals were typical in the quartz-tourmaline ore of the second stage of ore deposition (1, p. 138), a mineralization which has not been found at Holmtjärn. Neither Co-, nor Ni-minerals have been found. Bi is present, but it is much rarer than at Boliden.

Pb and Sb minerals occur at Holmtjärn but not as abundantly or in the same variety as at Boliden. Of interest is that Sn, which in the form of stannite is a rare constituent of the pyrite ore at Boliden, at Holmtjärn occurs comparatively often, also as stannite. In this connection it is recalled that S. GAVELIN in a recent paper (2, p. 6) mentions the occurrence of stannite in the complex sulphide ore from the Östra Högkulla mine, and traces of Sn in the ore from the Bjurliden mine, situated some km S. of Holmtjärn.

As regards the gangue minerals some important differences can be pointed out. Quartz, rutile and apatite are common minerals in the arsenic ore at Boliden, but in the ores at Holmtjärn only some quartz and very occasional grains of rutile are present. Apatite has not been identified with certainty, only few grains of a mineral similar to apatite having been seen. Plagioclase, which was often met with at Boliden, for instance, in the pyrite ore, or in close connection therewith, and also in the arsenic ore, was never observed at Holmtjärn. Sericite and chlorite occur, but are on the whole not very common. Slender needles of tourmaline were often seen in the pyrite ore and occasionally also in the copper-arsenic ore.

Copper-arsenic Ore.

Arsenopyrite is the typical and predominant mineral in this ore and it occurs in comparatively coarsegrained aggregates in which the individual grains sometimes show a tendency towards idiomorphism. This is particularly noticeable in such places where the arsenopyrite grains are sparsely set, forming a framework in which chalcopyrite generally fills the interstices. Occasionally there have also been found textures which to a certain degree resemble the characteristic filled pores or »druses» in the arsenic ore at Boliden (1, p. 130). At Holmtjärn they are rare and are filled exclusively with chalcopyrite. In other cases the arsenopyrite is more finegrained and the individual grains lack any indication of crystal habit, displaying in polarized light an irregularly »flamy» texture.

The arsenopyrite has been extensively replaced by a number of different minerals, among which we especially note chalcopyrite, but also boulangerite, tetrahedrite, sphalerite and others. The replacement stands in part in connection with the fracturing of the arsenic ore, mentioned on p. 94. In microscopic sections of the fractured ore the large grains of idiomorphic to hypidiomorphic arsenopyrite are no longer present, and in their place one finds rounded grains enclosed in a thin network of sericitic material, or minerals as chalcopyrite and boulangerite etc. (Fig. 1.) With Nicols crossed, some arsenopyrite grains show heterogeneous optical orientation, and it seems that the large, original arsenopyrite crystals have not only been fractured, but the broken pieces have evidently also been displaced during the fracturing. The fractured zones offered suitable ducts for solutions which replaced the arsenopyrite and deposited the variety of other minerals.

The replacement resulted in varying textures, some of which display a very intimate intergrowth between arsenopyrite and the metasome. The figures 2—8 portray some of these replacements. — Very often the interior parts of an arsenopyrite individual is attacked by chalcopyrite (the result sometimes bears a faint resemblance to the atoll replacements, recently described by GRONDIJS and SCHOUTEN (5 and 6). Rather often the replacement is not complete, and small grains of arsenopyrite are left untouched inside the replaced area (Fig. 2 and 3). These grains often show very irregular outlines and are intricately interwoven with the chalcopyrite. — Occasionally the replacing chalcopyrite follows certain crystallographic directions in the arsenopyrite, leaving in the interior a skeleton of roughly parallel remnants (Fig. 4). — In some cases a zonary replacement of arsenopyrite crystals by chalcopyrite is noted (Fig. 8). The figure demonstrates how well the crystal form of the zonary replaced grain is retained, and also, on the other hand, how the edge of an adjoining crystal has been eaten into by the chalcopyrite. The texture clearly indicates that the arsenopyrite did not form as a later porphyroblast, but that it actually crystallized before the chalcopyrite. — Rather common in the ore are spongy intergrowths between »flamy» arsenopyrite and chalcopyrite, occasionally with some boulangerite (Fig. 6). The texture is extremely finegrained and can be dissolved under a high magnification only. It is difficult to conceive how this texture was formed — whether chalcopyrite replaces the arsenopyrite or if the two minerals crystallized contemporaneously. The former case seems more likely. — In many cases one can also see chalcopyrite, or occasionally boulangerite, sphalerite, tetrahedrite and even gold, or narrow veinlets, penetrating either complex aggregates, or single crystals of arsenopyrite (Fig. 5 and 7). Sometimes the opposite walls of the veinlets match, indicating fissure filling (7, p. 582), but often an irregular replacement of the walls has taken place.

From the above observations it is evident that arsenopyrite is an early product of crystallization, earlier than chalcopyrite and a number of other minerals, occurring in connection therewith.

Some of the chalcopyrite-arsenopyrite intergrowths need a further discussion. Side by side with the replacements there occur fully idiomorphic arsenopyrite crystals, often forming a framework, or smal crystal pores, or »druses» (Fig. 6 and 8) made up by well crystallized arsenopyrite. The interstices between the crystals are filled with chalcopyrite. The same kind of intergrowths, though even better developed and more frequent, were met with in the arsenic ore at Boliden (1, p. 130). It was there inferred that with the ore solution there followed a multitude of other components which did not crystallize until the arsenopyrite had formed. Thus the arsenopyrite had an opportunity to form good crystals, but was to a large extent brecciated and replaced by the other constituents still in solution.

It is believed that to some extent similar conditions were prevalent also at Holmtjärn, and the arsenopyrite solution probably carried a certain amount of chalcopyrite. Possibly did also a few other minerals, as rutile, pyrite and quartz in minor amounts, accompany the solution. The arsenopyrite crystallized, but was attacked and replaced to a certain degree by the remaining rest solution.

After this mineralization epoch a new one commences, initiated by fracturing, probably of a regional character, and after this preparation new, complex solutions ascend which replace the earlier minerals. Chalcopyrite (and pyrite) is here the prevalent constituent. It thus seems likely that it should be reckoned with two generations of chalcopyrite, one which directly accompanied the arsenic ore, and one which followed on a general fracturing of the earlier ore. It is believed that this later generation forms part of the main pyrite mineralization (p. 94).

Rutile is rare in the Holmtjärn arsenic ore, and the difference with Boliden in that respect is striking. Only on a few occasions the mineral has been found as small, rounded grains in arsenopyrite. It probably crystallized before this mineral.

Pyrite is occasionally of common occurrence in the arsenic ore. On some occasions small, rounded grains of the mineral have been noticed in the interior of arsenopyrite individuals. The appearance in itself does not give any clues as to age relationship, but it seems likely that pyrite in this form crystallized before the arsenopyrite, and thus belongs to the arsenic mineralization.

Pyrite is, however, far more common among the minerals of the later mineralization. It is present in megascopical grains and aggregates, usually associated with chalcopyrite in veins replacing the arsenic ore. In some places there is even an indication of pyrite veining the arsenopyrite. It is replaced by chalcopyrite, and also boulangerite, excellent replacement textures as veins and skeleton crystals being formed. Pyrite is the first mineral to crystallize among the minerals of the later mineralization.

In a section of copper-arsenic ore fine-grained marcasite occurred in an exceedingly finegrained aggregate of an unknown pyrite mineral together with normal pyrite in a schlieren-shaped mass. The unknown mineral is possibly marcasite in a finely divided state. It is slightly softer than pyrite, lacks distinct anisotropism and has a brownish tinge. It contains small, »ghost-like» grains and also larger crystals of pyrite. The general impression is that the marcasite and the unidentified mineral are contemporaneous with, or slightly later than pyrite. The possibility remains, however, that they were formed by supergene processes.

Gold is at Holmtjärn partly closely associated with arsenopyrite, and a good deal of it occurs directly in this mineral. That does not necessarily involve, however, that it actually was brought in with the solution which deposited the arsenic ore.

Gold occurs abundantly in the arsenopyrite grains as small particles, accumulated to swarms (Fig. 9). It is, however, very irregularly distributed, and some grains are quite devoid of gold although adjacent grains may be gold-bearing. As to form and size the gold particles are most varying. The outlines are altogether irregular, and the particles are at random interspersed in the arsenopyrite grains. The maximum size of the particles is about 0.03 mm. Here and there similar particles of chalcopyrite and boulangerite occur with the gold.

A large part of the gold is present in the chalcopyrite which veins and replaces the arsenopyrite. The grains are here rounded and may occasionally attain a considerable size (1—2 mm). In the chalcopyrite gold is sometimes associated with sphalerite, pyrrhotite, tetrahedrite and boulangerite. It occurs, for instance, in sphalerite as thin veinlets and is here distinctly later crystallized. In Fig. 7 it is found veining arsenopyrite. It may also replace pyrrhotite. In tetrahedrite and boulangerite gold appears as small rounded grains; with tetrahedrite it forms intergrowths of mutual boundaries. The crystallization of gold is thought to be contemporaneous with the formation of these minerals and chalcopyrite.

The occurrence of chalcopyrite has already been treated at some length. As regards the place of the later chalcopyrite in the paragenesis it will be added that it replaces, except pyrite and arsenopyrite, also pyrrhotite, sphalerite and boulangerite. On the whole the crystallization of chalcopyrite is taking place rather late in the succession.

Valleriite in small blebs or spindle-shaped grains occur in the chalcopyrite, where they often accumulate on the surface of pyrrhotite grains.

Pyrrhotite and sphalerite are not very common minerals in the copper-arsenic ore. They belong to the second mineralization and are fairly early products of crystallization, being replaced by most of the other minerals. Pyrrhotite is found in very irregular grains in chalcopyrite, and shows the embayment contacts which have been termed caries by LINDGREN (7, p. 602).

The occurrence of stannite is of some interest, because of its wide distribution in the ores of the Skellefte District. It has so far been identified in four deposits. At Holmtjärn it should be placed in the later, pyritic mineralization; it occurs as a rule in chalcopyrite which replaces it. At Boliden it has a similar mode of occurrence and is found in chalcopyrite in the pyrite ore (1, p. 141). The stannite is generally in contact with sphalerite which it replaces in a delicate manner (Fig. 10). Sometimes it is also found closely associated with tetrahedrite. S. GAVELIN notes the same association of stannite with sphalerite and Sb-minerals at Östra Högkulla (2, p. 6). As to its place in the paragenesis it should probably be placed comparatively early in the mineral sequence, between sphalerite and chalcopyrite.

The Pb-Sb-minerals generally occur in close association with each other, and it seems fit to treat them under one heading. Galena, boulangerite, tetrahedrite, bournonite and gudmundite have been identified. As regards boulangerite the difficulty in distinguishing in the microscope between this mineral and other, similar sulphantimonides, e. g. jamesonite, is stressed. In this case, however, the properties of the mineral seem to indicate boulangerite[1]. — Gudmundite is a little known mineral which some years ago was described by K. JOHANSSON from a locality in Central Sweden (8). Recently its microscopic properties were described in detail by S. GAVELIN (2, pp. 7—10) and RAMDOHR (9, pp. 203—204). The mineral which has the composition FeSbS is very similar to arsenopyrite, and has probably often been mistaken for that mineral. At least in the ores of the Skellefte District it is rather common and can be considered as a type mineral in the As-Sb-bearing paragenesis. At Holmtjärn it is more scarce and has been found only as occasional small crystals in connection with pyrrhotite and the Pb-Sb-minerals.

The Pb-Sb-minerals are all restricted to the second mineralization and some of them have been seen to replace arsenopyrite and also pyrite, pyrrhotite and sphalerite. Boulangerite, tetrahedrite and galena ar more abundant than bournonite and gudmundite which occur onl sporadically. The three first-mentioned display many different structures, obviously indicating the early crystallization of boulangerite Thin lamellae of galena and tetrahedrite are seen to penetrate into th interior of boulangerite crystals, parallel the c-axis (Fig. 11), or thi veinlets or schlieren of those minerals traverse and replace the boulangerite. In some cases where boulangerite veined arsenopyrite ore i contained lamellae of galena and tetrahedrite, standing at right angle to the walls of the vein. In another type of intergrowth the latte occurred in irregular grains in large areas of boulangerite in a manne that resembles a coarse myrmekite. In the two last-mentioned example the replacement of boulangerite is, however, not so obvious.

---

[1] J. HILLER, in a recent paper, shows that x-ray methods successfully can be applied to the identification of the lead-sulphantimonides (11). In the present case the mineral occurs in such a small amount that it could not be picked out with an advantage for an x-ray test. As regards the lead-sulphantimonides at Boliden, mentioned in the previous paper (1), Dr. HILLER kindly undertook the carrying out of x-ray tests of some of them and the presence of jamesonite and boulangerite could be confirmed. A new mineral, belonging to the same group, was also found and is now subject to further study.

Chalcopyrite is often found in connection with the Pb-Sb-minerals In such cases grains of boulangerite — often possessing a certain degre of idiomorphism — are sometimes surrounded by a narrow rim or corona composed of small grains of tetrahedrite and galena with very insignificant amounts of native bismuth. Fig. 11 demonstrates such a case The boulangerite has probably crystallized before the chalcopyrit and the copper-bearing solutions replaced the boulangerite, resultin in the formation of tetrahedrite and galena. These minerals may, however, appear without any connection with chalcopyrite, and only a insignificant part seems to have been formed by replacement by copper-bearing solutions. Usually they were formed by a continuous crystallization of Pb-Sb-Cu-solutions, beginning with the deposition of the sulph antimonide. The content of antimony of the solutions decreased continuously during the crystallization. The final product is either galen or in some cases chalcopyrite.

The tendency towards decreasing Sb-content in the solutions has bee recognized by S. Gavelin (2, p. 15) from other localities in the Skelleft District. In these cases chalcopyrite seems to play a more insignifican part in the final solution.

Bismuth is very rare in the ores at Holmtjärn and does not presen any particularly interesting features. It is found in small, rounde blebs in chalcopyrite, galena or the Pb-Sb-minerals. It is one of th latest minerals to form.

Argentite (?). On some occasions there were seen in chalcopyrit small grains of a very soft, grayish mineral which showed a very poo polish. It may possibly be argentite.

Besides the insignificant amounts of quartz, sericite an chlorite the copper-arsenic ore contains only tourmalin It occurs sparingly as slender needles in chalcopyrite-pyrite veins an occasionally in arsenopyrite immediately adjacent to such veins. It is considered as a constituent of the later, pyritic mineralization.

Pyrite Ore.

Pyrite and chalcopyrite are the dominating constituents of the pyrite ore and only small amounts of some of the above minerals have been found.

Arsenopyrite is very rare and occurs in occasional small grains. Some of them have the character of replacement remnants. Others again are found enclosed in pyrite in the shape of small, but good crystals.

Rutile is also very rare and was noted in a few small, rounded grains.

The shape of the pyrite grains is generally irregular, but some grains may show a trace of idiomorphism. As a rule the pyrite is finegrained and only in places megascopically visible grains are present. The mineral is generally more finegrained than the pyrite of the later chalcopyrite veins in the arsenic ore.

Chalcopyrite, the other common constituent of the pyrite ore, distinctly replaces pyrite, forming in many cases beautiful skeleton-shaped remnants. In the chalcopyrite the other minerals occur which constitute the paragenesis.

Gold occurs as small blebs in chalcopyrite and sometimes also in sphalerite. It was never seen in the pyrite, and it seems likely that the metal was deposited after the formation of the pyrite.

Pyrrhotite and sphalerite occur in the pyrite ore in about the same amount as in the copper-arsenic ore. They have been replaced by chalcopyrite. Minute grains of valleriite also occur in the chalcopyrite.

Stannite is comparatively common, and it has a similar appearance as in the copper-arsenic ore. Thus stannite is replaced by chalcopyrite but is replacing sphalerite.

The Pb-Sb-minerals play an insignificant part in the pyrite ore, and only small grains of tetrahedrite and galena have been found in chalcopyrite.

Pyrargyrite occurs exclusively in the pyrite ore and has been found in small grains in a few sections only. The grains are enclosed in chalcopyrite which evidently has been replaced by the pyrargyrite (Fig. 12). It is probably one of the last minerals to form.

Among the gangue minerals tourmaline is the most conspicuous. It occurs in places rather abundantly in slender, colourless or faintly brownish needles. They are mostly confined to the pyrite and are often broken with sulphides filling the intervening portions. This circumstance points to the early crystallization of the tourmaline. — Besides tourmaline, minor amounts of quartz, sericite and chlorite occur in finegrained aggregates between the pyrite grains.

Sequence of Crystallization.

In summing up the microscopic evidence given in the two previous parts the sequence of crystallization is found to be as follows.

In the copper-arsenic solution pyrite and rutile were the first minerals to crystallize. They were followed by arsenopyrite, and the copper-arsenic stage is then brought to an end by the formation of chalcopyrite of the first generation.

On account of the great number of minerals present the sequence of crystallization in the pyrite solution is not so easy to follow in detail. As to the arsenopyrite, sparingly met with in the pyrite ore proper, most of it should probably be considered as replacement remnants. The well crystallized arsenopyrite may, however, be an early product of crystallization. The same is true of rutile and tourmaline. The main crystallization began with the formation of pyrite. The largest part crystallized in the footwall of the arsenic body, but some of the solution penetrated the arsenic ore and carried along with it a large part of later crystallizing minerals as chalcopyrite, Pb-Sb-minerals and gold. Pyrrhotite and sphalerite followed closely on the formation of the pyrite. Also stannite is placed in this association, but it crystallized slightly later than pyrrhotite and sphalerite. The next stage in the crystallization is characterized by the deposition of Pb-Sb- and Cu-minerals, boulangerite probably being the earliest in this group. There is also a strong activity on the part of the rest solution to redissolve and replace earlier deposited minerals and partly to form new compounds. The deposition of the second generation of chalcopyrite is, in a quantitative respect, the most prominent feature of this stage. Also most of the gold is deposited during this stage. Finally, the crystallization of bismuth and pyrargyrite denotes the close of the pyrite mineralization.

Age Relationship of the Ores.

In the previous chapter the paragenesis of the copper-arsenic and pyrite ores was described. The first-mentioned was found to contain minerals of an early generation, mainly arsenopyrite with some chalcopyrite and small quantities of rutile and pyrite, brecciated and replaced by a large number of later minerals. A characteristic feature of these later minerals is their appearance on veins and schlieren, chiefly composed of chalcopyrite, containing the other minerals in more or less complicated intergrowths. The veins entered the copper-arsenic ore along fractures and replaced the ore in a demonstrative manner.

If we now compare the mineral content of the pyrite ore proper with that of the later veins in the arsenic ore, we will find certain resemblances. As these are of some importance to the interpretation of the age relationship of the ores a further discussion is needed.

The most important minerals in the later veins are chalcopyrite, pyrite and Pb-Sb-minerals. As regards the two first-mentioned, they form the main constituents also of the pyrite ore. Some of the specimens of copper-arsenic ore show veins and masses of chalcopyrite and pyrite which are indeed almost identical with the pyrite ore.[1] The Pb-Sb-minerals were, however, only sparingly present in the pyrite ore (p. 101).[2] Gold is also of rare occurrence in the pyrite ore, but it is met with as small blebs in the chalcopyrite. In the later veins in the copper-arsenic ore a large part of the gold occurred in the chalcopyrite (p. 98). Of special interest is that stannite which is a type mineral of the pyrite ore at Holmtjärn (and Boliden!) also occurred in the later chalcopyrite veins of the copper-arsenic ore.

The resemblance which is thus found to exist between the later minerals of the copper-arsenic ore and those of the pyrite ore made the author believe that there was a direct relationship between the two formations and that the former in reality originated from the same solutions which deposited the pyrite ore.

After the formation of the copper-arsenic ore a revival of fracturing and mineralization took place, and the pyritic solutions entered into the footwall of the copper-arsenic body. The largest part of the solution deposited its content at this place, but a minor fraction, chiefly containing copper-iron sulphides, gold and Pb-Sb-minerals etc., migrated into the fractured copper-arsenic ore and replaced it.

A matter of some importance in this connection is the question of the relation of the gold to the two stages of mineralization.

Gold occurs in microscopic state in the arsenic ore either as small particles in some of the arsenopyrite grains, or as large grains in the chalcopyrite veins. It may also fill fractures in arsenopyrite. In the pyrite ore it occurs sporadically in the chalcopyrite.

---

[1] It is to be regretted that these relations no longer can be studied in the field!

[2] It is of interest to note, however, that in the small pyrite ore body, situated in the immediate neighbourhood of the main orebody (p. 93), Pb-Sb-minerals are plentiful.

In regard to the appearance of gold in the tiny particles the question arises: Is the gold in this case to be considered as a specific constituent of the arsenopyrite, or should it rather be looked upon as a constituent of the later sulphide mineralization? At first the particles could be interpreted as indications of a direct crystallization of the gold from the arsenic solution, or, possibly, as a product of exsolution in the arsenopyrite. Against the latter assumption speaks, however, the form and also the irregular interspersion of the particles. As regards the first assumption it seems strange that the distribution of the gold among the arsenopyrite grains is so irregular: if the gold in question were a specific constituent of the arsenic solution, one would expect it to be spread out fairly uniformly throughout the ore at the crystallization. In view of these circumstances it seems the author most probable that the gold, appearing in the small particles, formed a part of the later pyritic mineralization and by some process of replacement or molecular migration was carried into the arsenopyrite grains.

An examination of a number of analyses of the ore shows that, as a rule, a high content of gold corresponds to a medium to high percentage of copper and arsenic. On the other hand, an analysis of a picked sample of arsenopyrite (analyzed in order to check the Fe-As-S proportion, p. 93.) gave a content of gold which, although it is still rather high, is considerably lower than in the arsenic ore rich in copper. The content of copper and other elements, except Fe, As and S, was negligible. It is possible that in this case we have to deal with gold as a specific constituent of the arsenic ore.

In summing up the discussion it may be concluded that a very large part of the gold was brought in with the later pyritic mineralization and that it replaced and filled fractures in the arsenic ore. Some gold, however, was contained in the arsenic solution, but it is impossible to ascertain in which form or to what an extent it occurs. As all the visible gold seems to be connected with the later mineralization, it is probable that the gold of the arsenic ore is in such finely divided state that it is not detectable by ordinary microscopic means.

In the arsenic ore at Boliden similar conditions are met with as regards the appearance of gold. In the microscope gold is detected in the fillings of the small pores in the ore (1, p. 131), proving it to be a primary constituent of the arsenic solution. In the dense, steely arsenic ore, however, almost exclusively composed of arsenopyrite, the microscopic study failed to show the presence of gold, although an analysis showed that it contained an appreciable amount of the metal. This case seems to correspond to the conditions met with at Holmtjärn, where gold of the arsenic mineralization has not been seen microscopically. Also during the later stages of mineralization at Boliden a considerable amount of gold was deposited.

Origin of the Ores.

When discussing the origin of the similar ores at Boliden, the author draw the conclusion that the arsenic and pyrite ores were formed at high temperature and pressure, and that the ore solutions probably were of a pneumotectic nature (1, pp. 143—146). Arguments in favour of this explanation were, *inter alia*, the number of high-temperature minerals present, the abundance of volatiles and structural conditions of the ores, etc. In these respects the ores at Holmtjärn appreciably differ from the ores at Boliden. When we consider, to begin with, the paragenesis of the copper-arsenic ore (apart from the later minerals) at Holmtjärn, the absence of, or the lack of appreciable amounts of high-temperature minerals as plagioclase, hornblende, apatite, rutile and also pyrrhotite, is at once conspicuous. Also the structure is different; the filled pores and »druses», which were so plentiful in the arsenic ore at Boliden, indicating that escape of rest solution from the crystallizing ore was impossible, are wanting in the Holmtjärn arsenic ore, or are at least not typically developed. As regards the contacts to the wallrocks at Holmtjärn there is nothing that indicates the presence of the sharp or even crosscutting contacts which were so common at Boliden. On the contrary, the sericite-schist in the mine is often strongly impregnated with arsenopyrite, pyrite and some gold. Besides, the ore sometimes contains unreplaced remnants of the wallrock.

The paragenesis gives very few clues indeed to the conditions, prevailing during the formation of the ore. Neither arsenopyrite, nor chalcopyrite, the most common constituents of the ore, can be considered typical of any particular temperature range. As regards arsenopyrite Ramdohr discusses its paragenesis in »Lehrbuch der Erzmikroskopie» (II, pp. 204—205) and gives examples of occurrences ranging from pegmatites to low-thermal veins. Lindgren considers the arsenic minerals in general, including arsenopyrite, to be »most plentiful in veins of the intermediate to high-temperature type» (10, p. 633). The lack of abovementioned high-temperature minerals in the ore, and the absence of such minerals in the wallrock is striking. On the other hand, also real low-temperature minerals are absent. Furthermore, the geological position of the deposit in a deeply eroded, pre-Cambrian area, strongly folded and metamorphosed, makes a deposition of the ore at a low temperature rather unlikely.

The only remaining possibility seems to be a deposition at moderately high to high temperature, approximately corresponding to LINDGREN'S hypothermal stage. The mineralizing agent is considered to be a dilute hydrothermal solution which entered the ore zone on fissures where it replaced the sericitic wallrock. The sericitization of the wallrocks was brought about by the same solution which formed the ore. This process probably initiated the mineralization and affected the rocks over a wide area. It is believed that the sericitization continued also during the following stage.

The paragenesis of the pyrite ore is more varied and at least some of the minerals give clues to the interpretation of the ore genesis. The occurrence of tourmaline is significant in that respect, as it must be looked upon as a high-temperature mineral. Among the remaining minerals there are none which can be considered as solely formed at high temperature. Pyrrhotite and valleriite may, however, indicate high temperature, but they occur only sparingly. The same is true of stannite, but it can not unanimously be considered as being of high-temperature origin. On the other hand the presence of the Pb-Sb-minerals and pyrargyrite (the argentite is not considered, as its identification is very uncertain) would indicate that a comparatively low temperature ruled during the deposition. The said minerals crystallized, however, partly comparatively late, and the temperature at their crystallization was probably considerably lower than the temperature at the beginning of the mineralization. At this point tourmaline was deposited as the oldest mineral, closely followed by pyrite. At decreasing temperature the other minerals, including pyrargyrite, crystallized in the sequence given in a previous chapter (p. 102).

The formation of the pyrite ore should probably be assigned to LINDGREN'S hypothermal stage and the temperature seems primarily to have been somewhat higher than at the formation of the copper-arsenic ore. The pressure was considerable and the solution had the power to migrate into and replace the arsenic ore. The high pressure further led to that the solution entered also into the surrounding rocks and formed disseminations of sulphides and gold, occurring in a relatively wide area around the ore body.

In comparison with Boliden, the formation of the ores at Holmtjärn took place under milder, hydrothermal conditions and the temperature and concentration of the solutions were lower. The Holmtjärn ores thus represent a more advanced stage in the differentiation of the ore solutions.

The question of the ultimate source of the ore solutions still remains to be discussed. As the magmatic affiliation of the ores is without doubt it is tempting to ascribe their origin to the action of the adjacent Jörn granite which is outcropping ab. 2 km from the deposit. In his treatise on the geology of the Skellefte District Högbom discusses the origin of the ore deposits (3, pp. 42—48 and 106—108), and arrives at the general conclusion that the sulphide ores of the district were formed by solutions emanating from this granite, the oldest in the district.[1]

Although a great deal of prospecting and geological work has been carried out in the district the past fifteen years, only lately by increasing mining activity a detailed knowledge of the ores is being obtained. Among the deposits in the E. portion of the district, particularly studied by the author (Boliden, Holmtjärn and Åkulla, 8 km N.W. of Boliden), there is none, however, which evincibly can be ascribed to the action of the Jörn granite and there is in those cases no obvious connection with this granite.

The younger pre-Cambrian granite, the Revsund granite, is not considered to have caused mineralization of any importance. As is shown on the map, accompanying Högbom's paper (3), this granite occupies areas in close neighbourhood of several of the deposits in the E. part of the district and there is nothing in its geological appearance in those places which excludes a connection, from a genetic point of view, with some of the deposits. On the contrary, certain observations seem to indicate that such a connection does exist.

There is, however, at present not a sufficient number of facts at hand to make a discussion of this question fruitful and it may suffice to point out that the possibility of a mineralization by the Revsund granite should not altogether be left out of the question.

Summary.

The Holmtjärn gold-copper-arsenic deposit is situated in the E. part of the Skellefte District, about 55 km N.W. of Boliden.

The deposits consists of a gold-bearing copper-arsenic ore with a pyrite ore body in the footwall. The wall rock is a sericite-schist, formed by intense alteration of the acid volcanics of the oldest pre-Cambrian formation of the district.

The copper-arsenic ore was formed during an older mineralization and is largely composed of arsenopyrite, some chalcopyrite and gold, and very insignificant amounts of rutile and pyrite. These minerals were brecciated and replaced by minerals of a second mineralization. There is no clear evidence as to the mode of origin of the arsenic ore, but it

---

[1] In a paper, recently published (Norsk Geol. Tidsskrift, 18, p. 229, 1938), Högbom somewhat modifies his opinion.

seems likely that a hydrothermal solution, under conditions corresponding to LINDGREN's hypothermal stage, replaced the sericite-schist and deposited the ore minerals. Rutile and pyrite crystallized early and were followed by arsenopyrite and chalcopyrite. The latter replaced arsenopyrite to some extent.

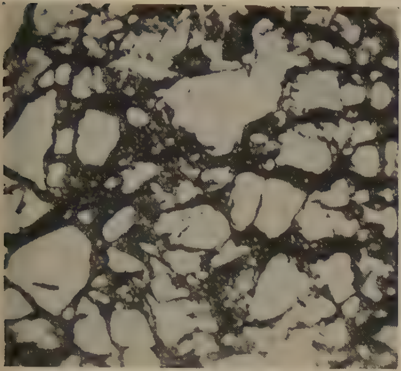
A fracturing of the copper-arsenic ore initiated the second mineralization, whereupon a rather complex solution entered the arsenic body and its footwall. The main part of this solution crystallized here and formed the pyrite ore by replacement; the remainder, on the other hand, entered the arsenic ore along fractures and replaced it to a large extent, forming veins and irregular masses. A long sequence of minerals was deposited during this stage, the crystallization beginning with tourmaline (and very little rutile and arsenopyrite) and pyrite. These minerals were followed by sphalerite, pyrrhotite and stannite. During the later part of the crystallization gold and a number of Cu-Pb-Sb-minerals as chalcopyrite, galena, boulangerite, tetrahedrite, gudmundite and bournonite were deposited. They replaced earlier minerals and exhibit a successive crystallization, indicating a decreasing content of Sb in the solution. Boulangerite is thus oldest among these minerals and was followed by tetrahedrite, galena and chalcopyrite. The solution which formed the pyrite ore is classified as hypothermal, at least during the earlier part of the crystallization, but temperature and pressure decreased, and the later part of the crystallization was completed during considerably milder conditions.

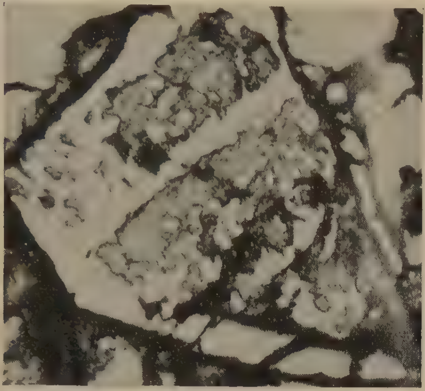
A comparison between the ores of Boliden and Holmtjärn shows that the latter were formed at a lower temperature by more dilute solutions.

As regards the source of the ores, it is tempting to ascribe them to the action of solutions emanating from a neighbouring mass of Jörn granite, the oldest pre-Cambrian granite in the district. The general belief is that the sulphide ores of the Skellefte District were formed by solutions, given off by this intrusive. There is, however, at some of the deposits, studied by the author, no obvious connection genetically with this granite. It is finally suggested that in future work more attention should be paid to the younger pre-Cambrian granite of the Revsund type as a possible source of ore solutions. This granite is generally not considered to have caused mineralization of any importance.

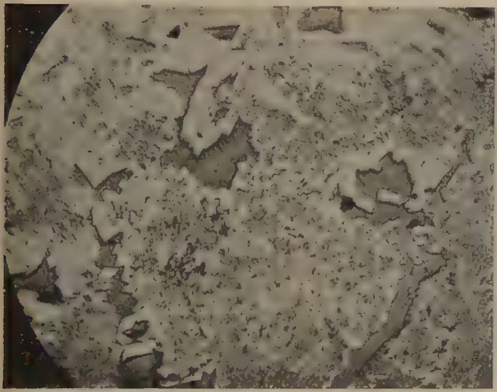
Arsenic ores occur at several places in the district. As to paragenesis they have many qualities in common and from a geological point of view they form the oldest mineralization of the deposits. These circumstances speak in favour of a close relationship between the arsenic ores and they seem to form a metallogenetic epoch, typical for the Skellefte District.

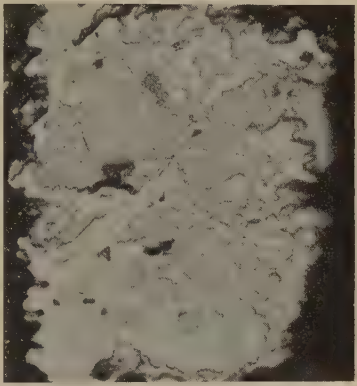
Pl. I.



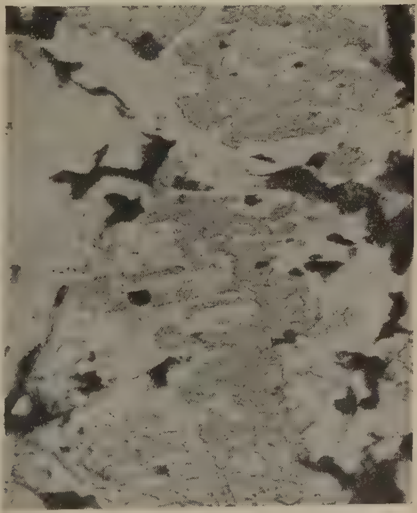


2.

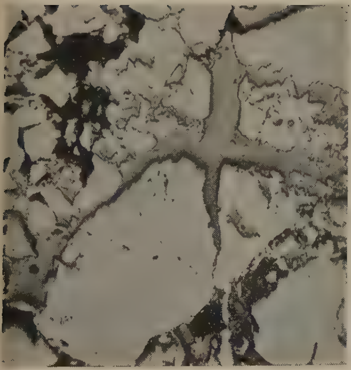




3.



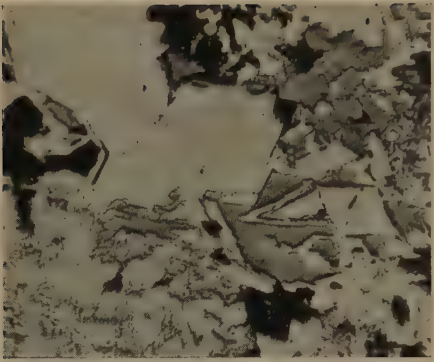
4.

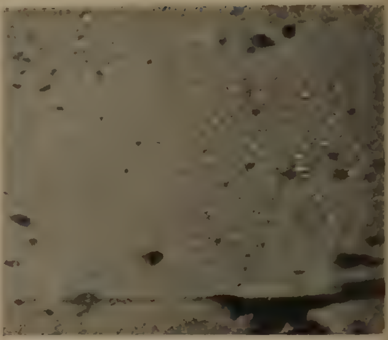


Leica Photo.

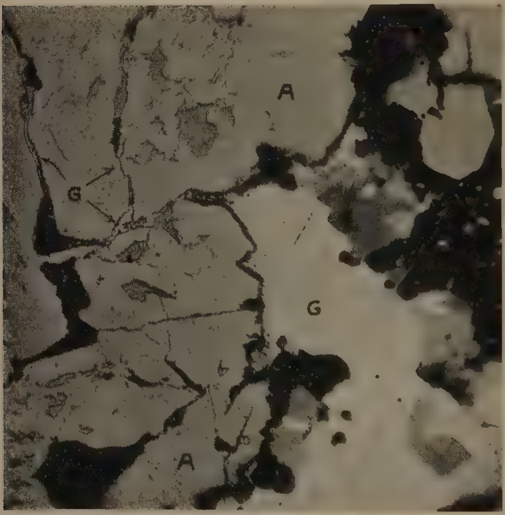
Pl. II.

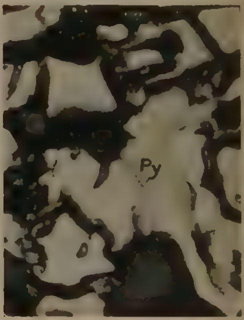
8.



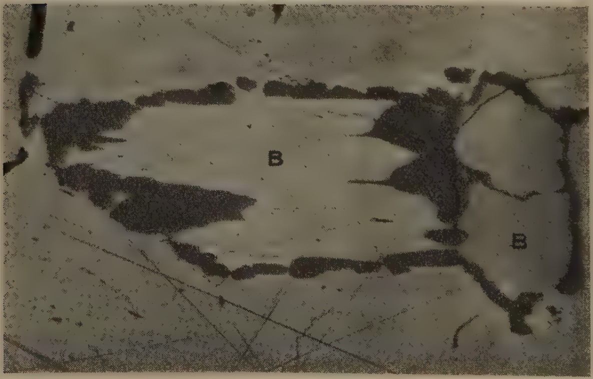


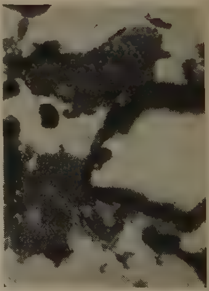
7.





11.





Leica Photo.

Acknowledgments.

The author wishes to express his gratitude to Mr. O. FALKMAN, President of the Boliden Mining Company, for permission to publish this paper. The author is further indebted to his colleagues of the Geological Department of the Company, Messrs. E. DAHLSTRÖM, E. GRIP and F. KAUTSKY, for many enlightening discussions.

Boliden, June, 1938. Sweden.

Bibliography.

1. ÖDMAN, OLOF H.: On the Mineral Associations of the Boliden Ore. Geol. Fören. Förhandl., Vol. 60, pp. 121—146, 1938.
2. GAVELIN, S.: Auftreten und Paragenese der Antimonminerale in zwei Sulfidvorkommen im Skelleftefelde, Nordschweden. Geol. Survey of Sweden, Ser. C, Nr. 404, 1936.
3. HÖGBOM, A.: Skelleftefältet. Ibid, Ser. C, 389, 1937. (With an English summary.)
4. BÆCKSTRÖM, O.: Om Boliden jämte några andra Västerbottensfyndigheter. Ingeniörsklubbens i Falun Förhandl., pp. 36—61, 1930 (Swedish).
5. GRONDIJS, H. F. and SCHOUTEN, C.: A Study of the Mount Isa Ores. Econ. Geol. Vol. 32, pp. 407—450, 1937.
6. SCHOUTEN, C.: Metasomatische Probleme, Amsterdam, 1937.
7. BASTIN, E. S., et al.: Criteria of Age Relations of Minerals. With Special Reference to Polished Sections of Ores. Econ. Geol. Vol. 24, pp. 561—610, 1931.
8. JOHANSSON, K.: Gudmundit, ein neues Mineral innerhalb der Markasitgruppe. Z. Krist. Vol. 68, pp. 87—91, 1928.
9. RAMDOHR, P.: Erzmikroskopische Untersuchungen an einigen seltenen oder bisher wenig beachteten Erzmineralien. Zbl. f. Min. etc. 1937, pp. 193—211.
10. LINDGREN, W.: Mineral Deposits, New York, 1933.
11. HILLER, J. E.: Röntgenographische Bestimmungsmethoden und Untersuchung der Bleispiessglanze, Z. Krist. (A), Vol. 100, pp. 128—156, 1938.

Explanation of Plates.

Plate I.

Fig. 1. Fractured arsenopyrite; filling mainly composed of gangues with some chalcopyrite. Im., ab. 500 ×.

Fig. 2. Partial replacement of interior portion of arsenopyrite crystal by chalcopyrite. Im., 180 ×.

Fig. 3. Chalcopyrite partially replacing arsenopyrite. Im., ab. 500 ×.

Fig. 4. Chalcopyrite tends to replace arsenopyrite along crystallographic directions. Im., 240 ×.

Fig. 5. Arsenopyrite is veined and replaced by chalcopyrite (medium gray). Sphalerite (dark gray) lower right; gangue and holes in the section appear black. Im., 160 ×.

Fig. 6. Pores or »druses» in arsenopyrite ore, filled with chalcopyrite. Finegrained intergrowth of chalcopyrite and »flamy» arsenopyrite. Im., 160 ×.

Plate II.

Fig. 7. Arsenopyrite (A) veined by gold (G) and chalcopyrite (medium gray). Sphalerite (black); tetrahedrite (gray, rounded grains) adjoining sphalerite to the right. Im., 240 ×.

Fig. 8. Zonary replacement of arsenopyrite by chalcopyrite. Edge of grain (in centre) is eaten into by chalcopyrite. Arsenopyrite crystallized first and was replaced by remaining rest solution. Im., 240 ×.

Fig. 9. Swarm of gold particles in arsenopyrite crystal. Ab. 750 ×.

Fig. 10. Stannite (medium gray) is replacing sphalerite (dark gray); both minerals are replaced by chalcopyrite (light gray). Pyrite white with high relief. Im., 240 ×.

Fig. 11. Boulangerite (B; cut parallel and at right angles to c-axis) replaced by a corona of tetrahedrite (dark gray) and galena (whitish gray); surrounded by chalcopyrite. Im., 240 ×.

Fig. 12. Pyrargyrite (Py) in chalcopyrite (white). Pyrite white with relief. Im., 240 ×.

Den förmodade israndsoscillationen i Gävletrakten.

Av

CARL CALDENIUS.

(MS. received Sept. 15th, 1938.)

På Geologiska Föreningens sammanträden i oktober 1929 och oktober 1931 framlade statsgeologen RAGNAR SANDEGREN några iakttagelser från karteringsarbetena för de geologiska kartbladen Gävle och Storvik (G. F. F. Bd 51, 1929, sid. 465—470, 573—579 och Bd 53, 1931, sid. 364—371), vilka han ville tyda som bevis för en omfattande oscillation av det finiglaciala isbrämet över Gävletrakten. Den förnyade framryckningen av landisen skulle ha inträffat, sedan isbrämet hade dragit sig tillbaka ett par mil norr om Gävle. Det skulle därefter ha framskjutits över hela Gävletrakten och nått åtminstone så långt söderut som till Grönsinka, ca 3 mil nordost om Krylbo, d. v. s. en framryckning på ca 70 km borde ha ägt rum. Isoscillationens väg skulle markeras dels av rullstensgrus i primärt läge på varvig lera, med varven tillknådade och veckade (Åbyfors, Sveden), dels av rullstensgrus i sekundärt läge, utpressat vid isens framryckning, på veckad varvig lera (Hästboåsen m. fl.), dels av morän på veckad varvig lera (Björhålsmyren, Holmsånger, Kullsand, Nöttö by, Åkra by m. fl.), dels av ändmoräner i nordost—sydväst från det äldre och i nordväst—sydost från det yngre recessionsskedet, dels slutligen av ett äldre räffelsystem från nordväst och ett yngre från nordost, först iakttagna på hällarna omkring Gävlebukten och sedermera även inom Gävletraktens övriga låga terräng.

Då det framlagda iakttagelsematerialet snarast tydde på feltolkning av förefintliga lagerföljder, varnade professor GERARD DE GEER för förhastade slutsatser beträffande förloppet vid landisens avsmältning över trakten samt framhöll bl. a., dels att rullstensåsarnas regelbundna form och sträckning inom området icke gav rum för någon större oscillation av iskanten, dels att de geokronologiska mätningarna givit till resultat, att isranden i Bottenhavet utanför Gävlebukten varit konkav och stadd i en alldeles exceptionellt hastig tillbakagång (G. F. F. Bd 51, sid. 566—572 och Bd 53, sid. 359—362, 369—371).

Ett av de första bevisen, som SANDEGREN anfört för den förmodade isoscillationen, utgjordes av en 12 m mäktig, på starkt veckad och hopknådad varvig lera vilande »åskärna», blottlagd i grustaget vid Åbyfors tegelbruk. Åsen såsom isälvsavlagring skulle följaktligen vara yngre än denna veckade varviga lera. Då den i lertaget omedelbart vid åsens norra sida av DE GEER uppmätta varvprofilen innehåller grusskikt, visande, att åsen förefunnits vid varvens avsättning, och då den veckade varviga leran i åsen enligt SANDEGRENS borrningar förekommer såsom en omedelbar fortsättning av den utanför åsen uppmätta orubbade varvserien, som visar en vacker konnektion med den svenska tidskalan i övrigt, betonade DE GEER, att leran i åsen måste överlagras av sekundärt och ej av primärt åsmaterial.

Till förmån för isoscillationsteorien har SANDEGREN också, som nämnts, anfört en förekomst vid Björhålsmyren, där han ansett, att morän i primärt läge skulle överlagra varvig lera. Moränen skulle där täcka 200—300 veckade varv, vilka SANDEGREN förmodade icke skulle vara representerade i den svenska tidskalan, och vilka sålunda skulle angiva den ungefärliga varaktigheten av isoscillationen. DE GEER har ansett, att lagerförhållandena vid Björhålsmyren bäst förklarades såsom tillkomna vid strandningen av en moränflotte.

Hösten 1932 besökte jag på professor DE GEERS uppmaning grustaget vid Åbyfors och moränförekomsten vid Björhålsmyren. Grustaget vid Åbyfors är upptaget vid västra änden av en rullstensåsrygg, som det genomskär. Vid platsen föreligger en tydlig kastning i åsen. En vidare mot väster fortsättande åsrygg dyker upp ett gott stycke sydväst om änden av den, i vilken grustaget är inskuret. De genomskurna lagren bestodo visserligen av tämligen grovt rullstensgrus, men deras med åsryggen konforma och utåt åsens sidor mycket flacka stupning samt tydliga samband med strandförskjutningsnivåer på åssluttningarna visade, att de tillhörde åsskalet och icke åskärnan. Vid Björhålsmyren befanns den veckade varviga leran delvis vara täckt av i tydlig sekundär lagring liggande blockförande grus. Det av SANDEGREN publicerade snittet (G. F. F. Bd 51, 1929, sid. 574) är så till vida missvisande, som det ger intrycket, att den veckade leran skulle vara helt täckt av »moränöverlagringen». Så är emellertid ej fallet. Strax intill den grävda kanalen, utefter vilken snittet är uppmätt, går leran i dagen.

Innevarande höst har jag ånyo satts i tillfälle att besöka Gävleområdet, och jag gjorde därvid ett nytt besök i grustaget vid Åbyfors. Grusbrytningen hade fortskridit längre mot öster, alltså i åsryggens riktning och följaktligen längre in mot åsens centrala parti. Därvid har under det grova rullstenslagret, som SANDEGREN uppfattat som åskärna, men som av mig 1932 kunde fastställas tillhöra åsskalet, blottlagts *Mytilus*-förande grus och sand (fig. 1 och 2).

De *Mytilus*-förande skikten förekomma utefter flera horisonter och ligga inbäddade i väl sorterade grus- och sandlager, tydligen utgörande distalackumulationer av från och längs rullstensåsen utsvämmat material. De täckas i väster konformt av grovt rullstensgrus, tillhörande de mera proximala avsättningarna längs strandterrasserna omkring åsryggen. Därmed är bekräftat, att lagerförhållandena vid Åbyfors ha feltolkats av SANDEGREN.

I det gamla lertaget vid Åbyfors har icke under de senaste åren brutits någon lera, utan ett nytt lertag har öppnats vid Åsbyggeby norr om Gavleån och ca 900 m norr om det gamla lertaget. Den ca 100 m långa skärning, som där är blottlagd, visar en ståtlig profil i den varviga leran och närmast yngre lerlager.

Foto CARL CALDENIUS 1937.

Fig. 1. Norra delen av grustaget vid Åbyfors, visande den mot norr vättande delen av skärningen. Den av SANDEGREN omnämnda veckade leran har iakttagits vid foten av rullstensgrusluttningen mot väster, till höger på bilden. Rullstensgruset på denna sluttning vilar konformt på det väl sorterade grus, som är blottat i de brant uppstickande avsatserna. Detta grus är *Mytilus*-förande. Hela grustaget är följaktligen inskuret i åsskalet.

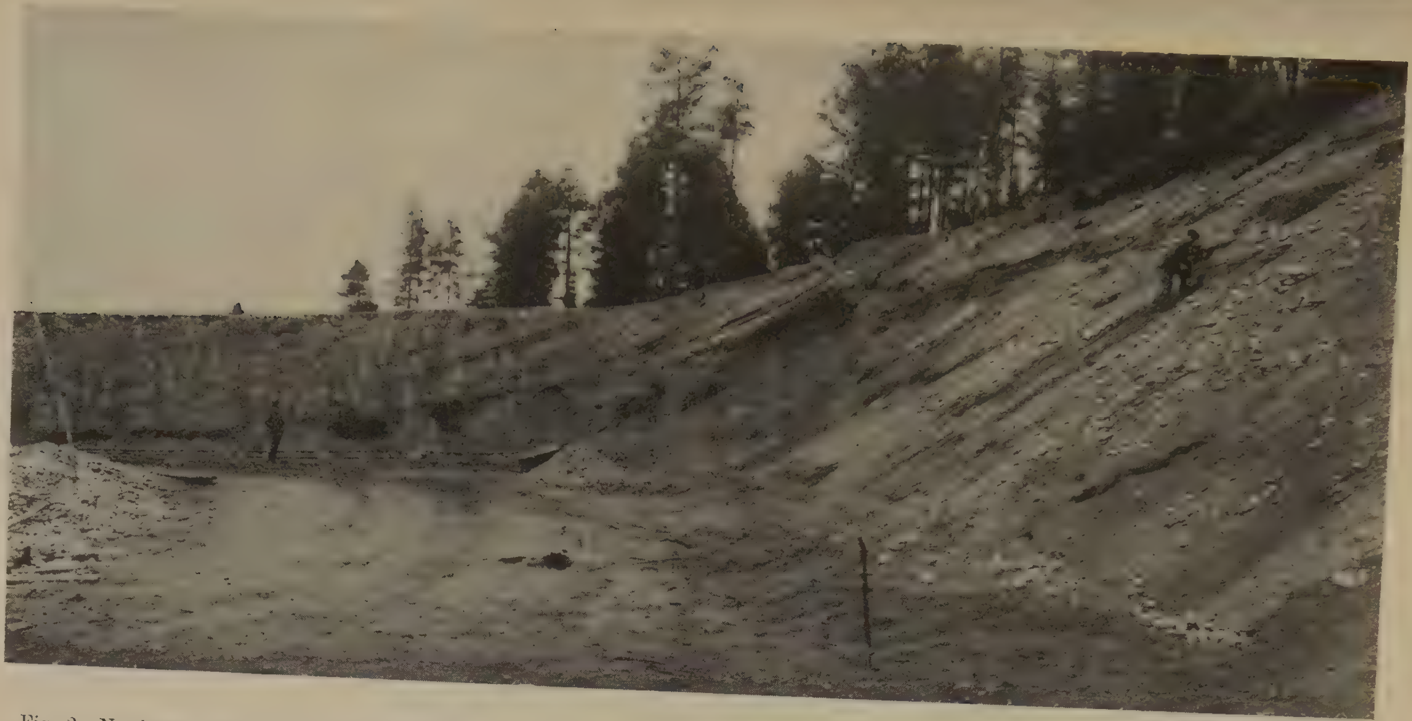


Foto L. von Post 1937.

Fig. 2. Nordöstra delen av grustaget vid Åbyfors, sedd från väster. Skärningen är i bakgrunden vinkelrät mot och i förgrunden parallell med rullstensåsens riktning. *Mytilus*-bankar förekomma såväl i lager i nivå med mannen till höger som med spaden i grustagets botten. Bildens högra del är gemensam med vänstra delen av fig. 1.

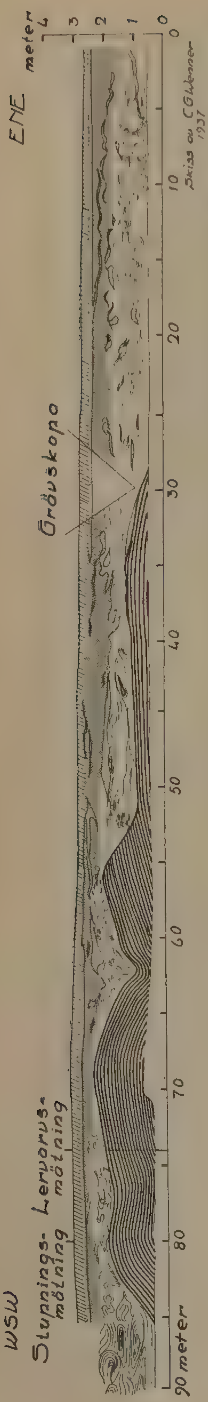


Fig. 3. Norra slänten av lertaget vid Åsbyggeby. Till vänster högt uppstickande varvig lera med orubbad lagring, omgiven av skridna. veckade och fragmenterade varv.

Man får där en god inblick i arten av de störningar, som drabbat leran (fig. 3). Medan de undre, mjäliga och sandiga varven, oberoende av det höjdläge de intaga, ligga i orubbat läge, äro de övre, tunnare och fetare varven tillsammans med yngre lerlager, mm-tunna lervarv och tät, grå lera, starkt veckade och förkastade. Intet tyder alltså i denna skärning på annat, än att de fetare lerlagren som vanligt utsatts för rutschningar i samband med landhöjningen. I föreliggande fall synas dessa skred ha ägt rum, sedan den intill nordvästra dalsidan liggande högre lerterrängen lyfts ovan strandnivån, vilket av höjdläget att döma ägt rum efter Litorinahavets transgressionsmaximum. I de rubbade lerlagren förekomma nämligen inbakade linser av sand, som torde ha tillhört strandsanden på platsen. Diagrammet från den varvprofil, som här uppmättes av mig, visar fullt speglande likhet med det De Geer erhållit vid sin tidigare varvmätning intill rullstensåsen i det gamla lertaget. Vid ingendera platsen finnas de minsta tecken på att leran skulle ha överskridits av landis.

Från området för det geologiska kartbladet Leufsta har Sandegren beskrivit tvenne lokaler, där enligt hans mening morän skulle överlagra varvig lera, nämligen dels en »ändmorän» på lera sydväst om Holmsånger, dels »morän» på lera nordväst om Nöttö by. Då lagerförhållandena vid dessa lokaler av honom synbarligen tillmätts stor betydelse för isoscillationsteorien, har jag underkastat båda platserna en närmare granskning.

Ungefär vid det ställe, där vägen till Holmsånger avgrenar från gamla allmänna vägen, finnes ett grustag i storblockigt grus av ca 3 m tjocklek, delvis vilande på veckad varvig lera, som är blottlagd inom grustagets botten (fig. 4). Grustaget är inskuret ca 15 m i sydvästra hörnet av en bred, flackt välvd moränkulle.

Någon ändmoränvall kunde av mig icke iakttagas på platsen. Leran tilltager i mäktighet mot kullens periferi och utkilar i riktning mot dess centrum. Under det storblockiga gruset har leran ett höjdläge något ovan den nivå, som den måste intaga under mossen sydväst om moränkullen. Det storblockiga gruset har ej karaktären av hårt packat typiskt »morängrus» utan är luckert lagrat, saknar så gott som allt finmaterial och visar sig därigenom tydligen vara svallat. Det är begränsat till moränkullens område och sträcker sig ej ut över den omgivande plana terrängen, som upptages av lera och torv. Den närmast till hands liggande tolkningen av lagerförhållandena är, att de äro de, som vanligen bruka förekomma under M. G. vid kontakten mellan morän- och lermarken med blott den skillnaden, att det här på leran utsvämmade och utrasade gruset är osedvanligt storblockigt och mäktigt.

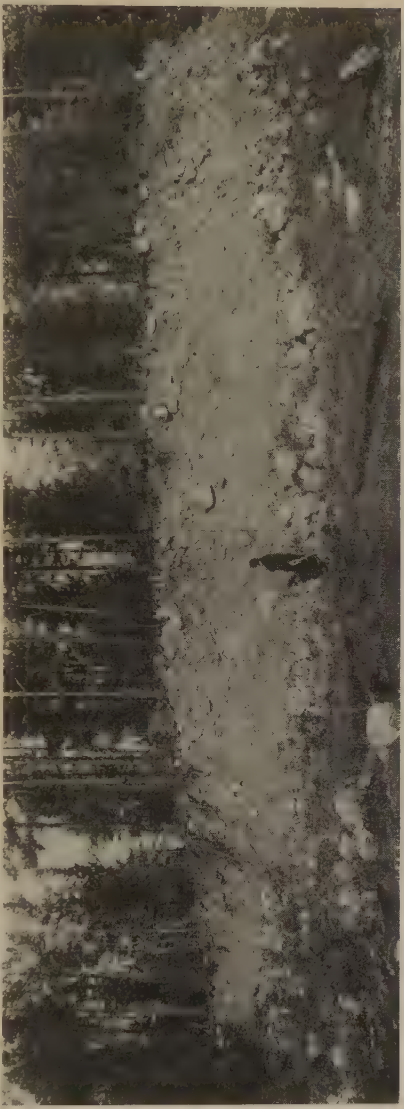


Foto Carl Caldenius 1937.

Fig. 4. Grustaget i svallat, blockigt grus sydväst om Holmsånger. Den veckade leran förekommer som ett tunt skikt på vänstra hälften av planet vid gruskullens fot.

Den av Sandegren förmodade moränöverlagringen på lera nordväst om Nöttö by är av samma karaktär som den nyss beskrivna, men här äro lagerförhållandena bättre blottlagda. Hans iakttagelser hänföra sig där till ett grustag, öppnat i västra kanten av en vidsträckt morän-

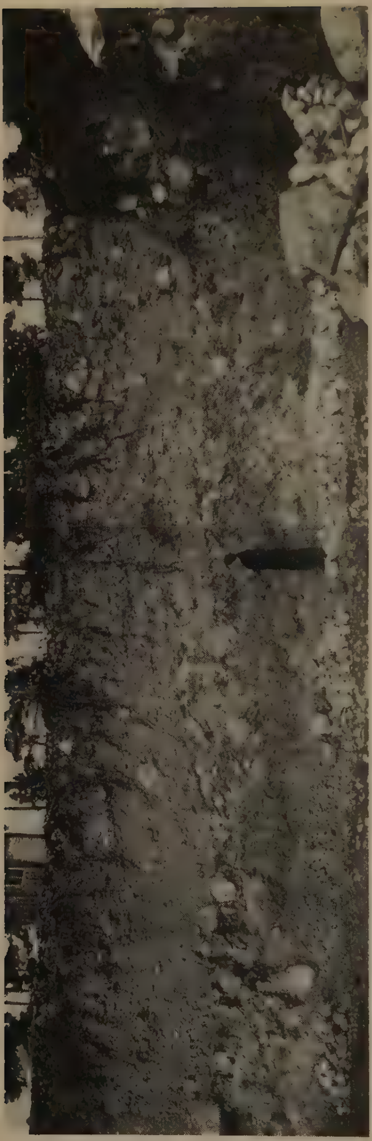


Fig. 5. Grustaget nordväst om Nöttö by. Övre hälften av skärningen visar svallat, rasskiktat, luckert lagrat, blockförande grus och den undre hälften hårt packat morängrus. På gränsen mellan dem (vid spadens nivå) förekommer ca 0.4 m varvig lera med grusskikt.

Foto Carl Caldenius 1937.

kulle strax söder om avtagsvägen från Nöttö by till Holmsånger (fig. 5). För närvarande är grustaget inskuret ca 30 m i moränkullen. I den nu blottade skärningens centrum är lagerbyggnaden följande, räknat från markytan:

ca 3 m delvis rasskiktat, storblockigt svallgrus, fritt från finmaterial,
» 0.4 m varvig lera, bottenvarv med grusskikt,
» 2 m hårt packad bottenmorän.

Bottenmoränens mäktighet i skärningen är ett minimimått för den höjd, som den varviga leran under det blockiga svall- och rasgruset intager över lermarken utanför kullen. En närmare undersökning av »leran» visar, att denna utgöres av ett eller möjligen men mindre sannolikt tre grusiga bottenvarv med inlagrade block. Lerskikten äro cm-tjocka och bestå av mörkgrå fet lera (vinterskikt). De täcka blocken, som sålunda fallit ned på bottnen före respektive lerskikts avsättning. Blocken ligga alltså inom den nu blottlagda delen av skärningen ej »inknådade» eller »inältade» i leran, som Sandegren fann vid sin undersökning. Mot det överlagrande, blockiga gruset äro lerlagren skarpt avskurna och skilda från detsamma genom en erosionskontakt, som tydligt visar, att det på leran lagrade gruset svämmats och rasat ut på denna. Det kan däremot ej ha släpats eller pressats fram över leran, som Sandegren förmodat.

I lerterrängen omkring Nöttö by ligga lervarven i regel utan störningar. Redan 1911 uppmättes av mig, kand. F. Folkesson och dr N. Zenzén flera varvprofiler, och nu i år mätte jag i en grundgrävning ca 400 m sydost om det nyssnämnda grustaget en vacker varvprofil. Sandegren uppger, att den varviga leran, som blottlagts i dikesskärningarna utmed den nya vägen mellan Älvkarleby och Nöttö, överallt är starkt veckad. Huru våra motsägande uppgifter låta sig förenas, har jag sökt åskådliggöra på fig. 6, där jag schematiskt angivit lagerförhållandena i och omkring de båda grustagen vid Holmsånger och Nöttö.

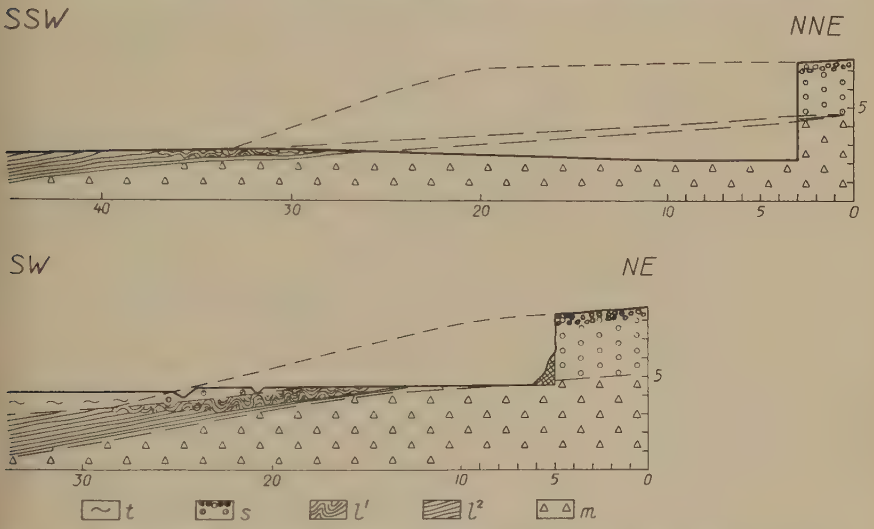


Fig. 6. Schematiska sektioner, åskådliggörande lagerförhållandena vid Holmsånger, den undre bilden, och Nöttö, den övre bilden.

Beteckningar: *t* = torvmosselager, *s* = blockigt svallgrus, upptill med residuallager, l^1 = veckad varvig lera, l^2 = varvig lera i orubbad lagring, *m* = morän.

Sandegren har framhållit, att rullstensåsar och moränryggar i Gävletraktens låglänta, öppna terräng kommit att intaga ett mycket exponerat läge under kustlinjens förskjutning vid landhöjningen. Därigenom ha de också nedbrutits vid abrasionen i större utsträckning än vad som vanligtvis skett, och de av vågorna omlagrade massorna ha fått en ovanlig tjocklek och grovlek. Så länge lerlagret intill de uppstickande grus- och blockkullarna var tillräckligt mäktigt, inträffade i samband med utsvämningen ras, varigenom lervarven deformerades och lerlagret avskalades. Dr Ragnar Lidén har meddelat mig en i

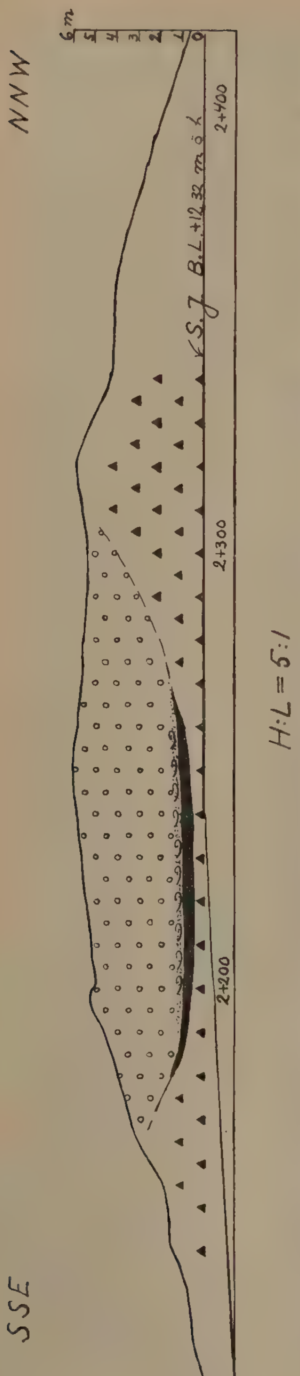


Fig. 7. Skärning i storblockigt svallgrus på *Mytilus*-förande sand och lera mellan två moränryggar utmed järnvägen vid Harnäs.

detta sammanhang mycket upplysande profil från en hög moränkulle vid Harnäs, som genomschaktades vid omläggningen av järnvägen mellan Furuvik och Skutskär, fig. 7. Lagerföljden var där följande:

ca 4 m storblockigt, svallat grus,
» 0.4 m sand med skal av *Mytilus* och *Cardium*,
» 0.6 m postglacigen och glacigen lera.

Lidén har sagt mig, att han utan tvivel skulle ha tagit det storblockiga gruset för morän, om han icke kommit att närmare granska detsamma, sedan han funnit, att det pålagrade de postglacigena bildningarna. Det må alltså medgivas, att den ovanligt storblockiga beskaffenheten av de ifrågavarande svallgrusförekomsterna gör dem i viss mån svårtolkade vid första påseendet. I en frisk skärning framträder emellertid vid närmare undersökning tydligt materialets ursköljning och sortering än efter liniära, än efter linsformade skikt, vilka ställa dess genesis utom tvivel.

Som av ovanstående framgått, kunna icke lagerförhållandena vid Björhålsmyren, Åbyfors, Holmsånger och Nöttö by, d. v. s. de fyra lokaler, som av Sandegren främst åberopats som stöd för den av honom framförda isoscillationsteorien, användas som bevismaterial för en dylik teori. Tvärtom, rätt tolkade, stjälpa de denna teori. Vid samtliga dessa lokaler har nämligen Sandegren uppfattat svallgrus som morän.

Efter de påvisade feltolkningarna saknas visserligen anledning att närmare beröra förhållandena på övriga platser, som av Sandegren ytterligare anförts till förmån för denna teori, senast i beskrivningen till kartbladet Storvik (S. G. U. ser. Aa nr 176, Stockholm 1934), men följande må dock i detta sammanhang framhållas.

De skilda räffelsystemen på hällarna i Gävletrakten visa i och för sig intet annat, än att isrörelseriktningen ändrats under en sannolikt sen period av landisens framryckning. Det sätt, på vilket de båda räffelsystemen uppträda, gör att man närmast har anledning att antaga, att rörelseändringen sammanhänger med istäckets uttunning under avsmältningen, vilket gjorde isströmningen mer beroende av det topografiska underlaget än tidigare.

Av den meddelade tvärsektionen från Hästboåsen (l. c. sid. 89) kan ej, då varje spår av moränöverlagring saknas, utläsas annat, än att den där beskrivna veckade varviga leran måste tillhöra en åsgropsbildning. Någon landis, som överskridit åsen, erfordras ej för att förklara vare sig lerans läge i åsen eller dess rubbningar. Åsens till förmån för isoscillationsteorien åberopade osymmetriska form beror sannolikast helt enkelt på, att åsen hänger utefter Hästebodalens östra sluttning, varigenom den under landhöjningen av vågsvallet nedbrutits på den östra och påbyggts på den västra sidan.

Till stöd för isoscillationsteorien har SANDEGREN velat tolka i nordväst—sydost utsträckta moränryggar som ändmoräner. Dessa skola vid Torsåker och även på andra ställen förekomma mitt uppe bland nordost—sydvästliga moränryggar (ändmoränerna från hans äldre recessionsskede) på sådant sätt, att moränryggarna bilda ett invecklat rutnät. För att få en tillfredsställande förklaring till denna moräntopografi liksom till den ringa grad, på vilken de enligt hans uppfattning från den äldre recessionstiden härstammande rullstensåsarna påverkats vid den förnyade isframryckningen, har SANDEGREN måst antaga, att den minst 70 km djupa isfronten skulle haft karaktären av en is, vilken skulle ha så gott som flutit fram. En betydligt enklare förklaring får man, om man antager, att de nordväst—sydostliga moränryggarna äro radialmoräner, vilkas krön tillskärpts genom den i dessa trakter bevisligen starka abrasionen. Ett sådant antagande står vidare i god överensstämmelse med vad vi med stöd av räffelmätningarna ha rätt att sluta angående landisens rörelseriktningar inom området. Tillfredsställande kan man därmed också förklara det förhållandet, att de nordväst—sydostliga moränryggarna synas yngre än de nordost—sydvästliga. På grund av att de förra legat ensidigt exponerade för vågornas omlagringsarbete, bör nedbrytning ha övervägt på den mot nordost ut mot havet vättande sidan och pålagring på läsidan mot sydväst. Denna procedur måste i detta storblockiga material resultera i en långsluttande proximalsida och en brant distalsida eller den form, som dessa moränryggar ha enligt SANDEGRENS beskrivning. I korsningarna med de nordost—sydvästliga ändmoränerna bör genom denna av vågsvallet orsakade blocktransport mot de sydvästra läsidorna en sådan omgruppering kunna uppstå, att yngre nordväst—sydostliga blockvallar komma att överlagra äldre nordost—sydvästliga.

På de av SANDEGREN förebragta skälen kan, såsom av det anförda tydligt framgått, ej en isoscillationsteori byggas. Tvärtom låta sig alla de av honom till förmån för en sådan teori påpekade förhållandena passa in sig i en landisreträtt, sådan DE GEER framställt den på grundval av de geokronologiska mätningarna inom området.

Som en mycket instruktiv exkursion för studium av här berörda kvartärgeologiska problem vill jag rekommendera ett besök vid de ovannämnda lokalerna — Åbyfors, Holmsånger och Nöttö — samt vid Statens järnvägars grustag i rullstensåsen vid Tensmyran, norr om Marma, vid Dalälven, där en vacker skärning är blottad i ca 8 m mäktigt, storblockigt, *Mytilus*-förande rullstensgrus, utsvämmat och utrasat på varvig lera.

Stockholms Högskolas Geokronologiska Institut, oktober 1937.

Summary.

On the supposed ice-oscillation in the neighbourhood of Gefle.

In a paper »Om isrecessionen i Gefletrakten och den senkvartära geokronologien» published in these transactions 1929 and in other publications Dr. R. SANDEGREN has asserted the opinion that a rather considerable oscillation of the finiglacial iceborder, representing at least 200—300 years, must have taken place in the neighbourhood of Gefle. As this oscillation according to his opinion could not be represented in G. DE GEER's Swedish timescale he reckoned with errors in the connections of the varve-diagrams forming the basis of the timescale. I have visited the most important of the localities where SANDEGREN believes that he has found evidences for this iceoscillation. I am able to prove that he has confused coarse glacifluvial and moraine gravels in secundary position with those in primary position. Some of the evidences produced by SANDEGREN in favour of the oscillation hypothesis thus have been proved to be erroneous and others are simply explained in more accordance with the facts assuming an icerecession in conformity with the course stated by DE GEER's geochronological measurements.

†

Karl Sundberg

In memoriam.

Då Geologiska Föreningen den 2 februari höll sitt sammanträde, saknades dess ordförande, och följande morgon kom budet, att denne, bergsingenjören och verkställande direktören KARL SUNDBERG, efter en tids sjukdom just slutat sin framgångsrika levnad, innan han ännu fyllt 48 år.

Därmed bortgick en av den moderna, tillämpade geofysikens pionjärer, vilken också under en lång tid varit en av dess främsta förespråkare såväl inom som utom landet. Han var tillika bergsman, ledare, vetenskaplig författare och uppfinnare, i sistnämnda fall såväl i fråga om flotationsanrikning som geofysik.

Redan tidigt förstod SUNDBERG att som medarbetare vinna framstående förmågor och specialister på magnetiska, geoelektriska, gravimetriska, seismiska samt därmed sammanhängande områden, och vid sin död stod han såsom ledare för en koncern bestående av Svenska Diamantbergborrningsaktiebolaget (Borrbolaget) och A. B. Elektrisk Malmletning (Malmletningsbolaget) jämte närstående företag.

Båda de nämnda företagen äro välkända för nutida svenska geologer. Under sin mer än 50-åriga tillvaro har Borrbolaget haft att göra med generationer av geologer vid sina vattenborrningar, sina borrningar i malm, i fossilförande lager etc. Otaliga meter borrkärnor av malm hava geologerna krossat för analytisk undersökning, och otaliga meter hava knackats i smulor av paleontologer och stratigrafer under letande efter fossil. Men även existensen av det helt unga Malmletningsbolaget har hastigt trängt in i geologernas medvetande, dels på grund av bolagets många framgångar, dels genom dess målsmäns personliga kontakt med geologerna.

Karl Sundbergs egen kontakt med geologin kom sannolikt icke förr än under hans tid såsom elev på Tekniska Högskolans avdelning för bergsvetenskap åren 1910—1914. När han 1915 utexaminerades såsom bergsingenjör hade han i samband med sitt examensarbete konstruerat en ny magnetometer. Samma år publicerade han också en uppsats om »den magnetiska kraftvågen». S:s intresse för magnetometrin tog sig även uttryck i en några år senare utförd undersökning av de magnetiska förhållandena över och omkring Kirunavaaramalmen. Härvid användes även en mindre ballong för undersökningar jämväl på olika höjder över malmen. Resultaten föreligga dock endast i ett otryckt manuskript.

Såsom nybliven ingenjör anställdes S. år 1915 vid Guldsmedshytte A. B., vilket han dock lämnade år 1918. Under åren 1918—1921 var han en tid anställd vid A. S. Porsa Kobbergruber i Norge samt en tid såsom platschef vid Orijärvi gruvor i Finland.

Det var under denna tid, våren 1919, förf. stiftade bekantskap med Karl Sundberg. År 1917 hade Hans Lundberg blivit bergsingenjör och såsom examensarbete framlagt undersökningar över elektrisk malmletning, vilket i maj 1918 resulterade i Nathorst-Lundbergs patent på ekvipotentiallinjemätning med användande av raka linjeelektroder. Ett halvår senare förelåg en liknande patentansökan från Borrbolaget föranledd av de undersökningar som, oberoende av och även tidigare än Lundbergs, utförts av ingenjör G. Bergström, statsgeologen F. R. Tegengern samt docenten G. Bergholm.

Den 1 maj 1919 blev förf. av överdirektör Gavelin beordrad att för Sveriges geologiska undersöknings räkning sätta sig in i ekvipotentialmetoden på den av Nathorst ledda A. B. Bergsbyrån, där H. Lundberg blivit anställd. Under det att Lundberg med liv och själ ägnade sig åt den elektriska malmletningen, lämnade Sundberg honom, trots sitt eget mycket stora intresse för saken, fältet fritt och tog själv itu med problem rörande flotationsanrikning, den moderna våtanrikningsmetod, som nu hade dykt upp och börjat vinna terräng. När S. och Lundberg träffades blev det alltid livliga diskussioner, den ene framlade sina resultat i fråga om flotation, den andre sina om de elektriska mätningarna och ofta drogs förf. in, då geologiska spörsmål givetvis inte kunde undgås.

Omkring midsommar 1919 fick Lundberg uppdraget att utföra elektriska mätningar för Orijärvi gruvbolags räkning vid Orijärvi och Ilijärvi gruvor i Finland. I dessa mätningar deltog även förf. och båda voro vi då under ett par veckor gäster hos platschefen Karl Sundberg och hans unga maka. Uppdragsgivaren S. följde ivrigt med mätningarnas fortgång och föranledde givetvis genom sin sakkunskap, att all tänkbar möda lades ned för att få bästa möjliga resultat. Förf. erinrar sig också från denna tid en del in- och utländska patentbrev rörande flotation, som S. stolt framvisade.

Två år senare möttes Sundberg, Lundberg och förf. på Skelleftefältets ur modern malmletningssynpunkt ganska jungfruliga mark. Under åren 1921—1924 var S. nämligen ledare för Centralgruppens Emissions A. B:s geofysikaliska mätningar, vilka huvudsakligen avsågo Västerbotten eller närmare bestämt Skelleftefältet. Vid samma tid eller 1921 kom förf. till samma fält för att utföra ekvipotentialmätning för Sveriges geologiska undersöknings räkning efter att tidigare hava prövat metoden i Västerbottensfjällen somrarna 1919 och 1920. Förf. arbetade delvis tillsammans med Hans Lundberg, men denne hade även arbeten för andra uppdragsgivare.

Pionjärtiden i Västerbotten eller de första malmletningsåren där i början på 1920-talet var egentligen att betrakta såsom »den gamla goda tiden». Visst kunde bostadsförhållandena vara ganska enkla, stundom otroligt primitiva, visst var det dåligt med vägar, ont om bilar och långt mellan telefonerna, men det låg något visst tjusande över det hela, en viss ro men samtidigt samma intresse, samma spänning, som en riktig malmletare aldrig går fri från. Humöret hölls uppe och träffades konkurrenterna, vare sig det var i någon bondgård eller på Norsjö Gästis eller annorstädes, var sämjan god. Från Centralgruppens högkvarter i Mensträsk kunna pionjärerna däruppe berätta många glada minnen; nu äro två av huvudpersonerna, geologen Olof Bæckström och geofysikern Karl Sundberg, borta. De hunno dock uppleva Bolidens och alla de andra fyndigheternas upptäckt, den nya bergslagens födelse, vägnätets förtätning. Nu pingla telefoner i snart sagt varje by, bussar och bilar ila fram mellan gruvorna, kompressorer stånka litet här och var. Ödemarken i den delen av Västerbotten har fått liv.

Under den tid Karl Sundberg arbetade för Centralgruppen, hade han tillfälle att experimentera och pröva alla sina många idéer och uppslag i fråga om elektrisk malmletning. Utlandets rön i detta hänseende studerades, granskades och prövades och gåvo uppslag till den elektromagnetiska malmletningsmetoden, som S. bragte till praktisk användbarhet och även utvecklade vidare bl. a. genom införande av tvårammätningen. I detta arbete understöddes han av dr Axel Lindblad i Centralgruppen och dr Vos i Radiobolaget.

År 1923 startade Borrbolaget ett särskilt prospekteringsbolag. A. B. Elektrisk Malmletning, i vilket Hans Lundberg anställdes. Följande år, 1924, knöts även Sundberg till detta företag, sedan Centralgruppen ingått som delägare i detsamma. Detta var enligt förf:s personliga åsikt den naturliga lösningen av situationen. Dessförinnan arbetade Sundberg på sitt håll med elektromagnetiska metoder och Hans Lundberg på sitt med ekvipotentialmätning och andra metoder. Nu kunde onödiga dubbelarbeten och tidsödande experiment undvikas, på ömse sidor vunna rön gemensamt utnyttjas och de elektriska malmletningsmetoderna på allvar exploateras utomlands. Teoretikern och teknikern Karl Sundberg samt den intuitive fältmätaren och »managern» Hans Lundberg kompletterade varandra på ett synnerligen lyckligt sätt. Nu förbättrades de elektriska metoderna hastigt, nya prövades och fingo praktisk tillämpning. instrument- och apparatutrustningarna förbättrades oupphörligt. Den så betydelsefulla metoden att utreda oljefältens tektonik på geoelektrisk väg kom till på Sundbergs uppslag, sedan denne på Cypern misslyckats att finna de kopparmalmer han sökte men i stället konstaterade att det på salter rika grundvattnet gav utslag. Nya geofysikaliska metoder såsom gravimetri och seismologi togos i prospekteringens tjänst. Uppdragen ökade undan för undan, medhjälparstaben växte, och snart hade Malmletningsbolaget ingenjörer ute över hela världen. Det 1923 startade dotterbolaget Swedish American Prospecting Corporation i U. S. A. var en god plattform för denna expansion.

Geologin hade fått en ny hjälpvetenskap, geofysiken, vilken redan hunnit göra geologerna många och värdefulla tjänster. Sverige, förut känt såsom föregångsland i fråga om magnetometri, har åter hävdat sin bergsmannaära.

Det må i detta sammanhang framhållas att S. i en av sina sista publikationer framhåller även geokemien såsom en faktor att räkna med ifråga om uppletandet av värdefulla metaller.

Det är intet tvivel om att denna geofysikens storartade utveckling i Sverige måste tillskrivas KARL SUNDBERG, kanske ej så mycket på grund av hans personliga insats i varje enskilt fall som på grund av hans idérikedom, hans oräddhet att försöka något nytt, att expandera, men kanske allra främst på hans förmåga att som ledare samla omkring sig en krets av ypperliga medarbetare vare sig det gällt vetenskaplig forskning, organisatoriska uppdrag eller krävande mätningar i polartrakternas vinterkyla eller i de afrikanska öknarnas sommarhetta. Minnet av den västerbottniska myggen, pionjärårens plågoris, bleknar inför alla de prövningar en modern internationell malmletare får vara beredd på.

Enligt förf:s personliga uppfattning var KARL SUNDBERGS övergång eller kanske riktigare återgång från anrikningsproblemen till geofysiken av utomordentlig betydelse för denna vetenskaps utveckling i vårt land. Att denna skett i så intimt samarbete med geologin, som fallet är, måste geologerna givetvis tacksamt erkänna. Desto förr kunde de i sin tur utnyttja geofysikens landvinningar. Att Skelleftefältets utvecklingshistoria är parallell med den, som den moderna geofysiken genomgått här i landet, är mycket förklarligt. De första malmupptäckterna i Västerbotten, 1918—1919, gjorda med hjälp av ekvipotentialmetoden, blevo faktiskt den sporre, som satte fart på den geofysikaliska malmletningen i Sverige. Överdirektör GAVELIN visade redan 1919 sin tro på den elektriska malmletningens möjligheter genom att låta förf. sätta sig in i ekvipotentialmetoden samt anskaffa en egen utrustning för S. G. U:s räkning för mätningar i »egen regi». Dr AXEL LINDBLAD, direktör i Centralgruppens Emissionsbolag, engagerade KARL SUNDBERG år 1921 för att leda deras geofysikaliska malmletningar. Dessa chefers tilltro till de nya metoderna har icke svikits.

År 1925 tilldelades KARL SUNDBERG, sedermera år 1934 medlem av akademien, Ingenjörsvetenskapsakademiens lilla guldmedalj för förtjänster till fromma för den elektriska malmletningens utveckling.

År 1934 blev S., som sedan 1930 varit verkst. direktör i A. B. Elektrisk Malmletning, utsedd till motsvarande befattning i Svenska Diamantbergborrningsaktiebolaget. Detta inköpte nämligen då Malmletningsbolaget som 1929 överlåtits på SUNDBERG m. fl. ingenjörer, som då arbetade i U. S. A. Härmed blev S. chef för en koncern bestående utom av Borrbolaget och Malmletningsbolaget samt det senares amerikanska dotterbolag, även av en del andra närstående företag. Nämnas må Crælius East African Drilling Co. Ltd., Nairobi, samt Lange, Lorcke et Co. G. m. b. H., Dresden. SUNDBERGS intresse för kartläggning och prospektering från luften tog sig bl. a. uttryck däri, att samarbete etablerades med Geological Air Surveys Ltd., London.

På allra senaste tiden skapades inom koncernen en geologisk konsultationsavdelning samt ett nytt dotterbolag A. B. Mineral Invest för exploatering av fyndigheter.

Även inom diamantborrningen hann S. göra personliga insatser. Härvid må framhållas att S. särskilt intresserade sig för att få fram en snabbgående maskin, varigenom man skulle kunna använda sig av boarts, billiga diamanter, i stället för de förut mest använda dyrbarare carbons. En borrkrona drar härigenom en kostnad, som är avsevärt mindre än vad som tidigare varit fallet. Nu sättas »kronorna» i stor utsträckning på verkstaden i Sundbyberg, och köpare av diamantborrmaskiner kunna få sina kronor billigt och direkt från borrbolaget, dit de också kunna återsändas för omsättning.

De första dagarna i mars 1938 anordnade Borrbolaget och Malmletningsbolaget i Sveriges geol. undersöknings lokal och där utanför en demonstration av sina arbetsmetoder och tillverkningar. SUNDBERG gav därvid i ett kort föredrag i samband med filmförevisning en exposé över företagens verksamhet. Dessutom demonstrerades en hel rad geofysikaliska instrument och apparatutrustningar jämte deras användningssätt och med kartor belystes även en del vunna resultat. Första dagens demonstration övervars av DD. KK. HH. Kronprinsen och Prins Carl. Utanför voro en del olika borrmaskinsmodeller uppställda, såväl diamantbergborrningsmaskiner som stötborrningsmaskiner. Efter demonstrationen tillmötesgick SUNDBERG en anhållan från Riksmuseets Mineralogiska avdelning, att genomborra det utanför museet liggande bekanta järnblocket från Ovifak på Grönland, varvid en 188.5 cm lång kärna av gediget järn erhölls.

Såsom erkänsla för denna borrning tilldelade K. Vetenskapsakademien SUNDBERG sin större Linnémedalj i silver våren 1938. Samma år erhöll S. även riddartecknet av Nordstjärneorden.

KARL SUNDBERGS ställning bland geologerna belyses bäst genom att anföra, att han den 1 december 1938 valdes till ordförande i Geologiska Föreningen i Stockholm. Tyvärr blev det Föreningen ej förunnat att se honom presidera vid något möte. Själv hade han tidigare såsom ordförande i Teknologföreningens avdelning för kemi och bergsvetenskap räckt geologerna handen genom inbjudan till Geologiska Föreningens medlemmar att deltaga i avdelningens sammanträden.

Av vad som hittills anförts, torde det stå klart för varje läsare, att den arbetsbörda S. hade påtagit sig i och med sin chefställning, med vilken även följde talrika och långa utlandsresor, borde varit mer än nog för en vanlig människa, men den var det icke för S. Han påtog sig allt möjligt extra och medhann likväl ett omfattande vetenskapligt författarskap, vilket såsom framgår av nedanstående förteckning rörde sig på vitt skilda ämnesområden. KARL SUNDBERG föll på sin post. In i det sista mottog han sina medarbetare i bolagen för konferenser, och så sent som söndagen före Geologiska Föreningens senaste sammanträde undertecknade han kallelser till ledamotskap i nämnda förening.

Förf:s personliga uppfattning av S. från en 20-årig bekantskap är att denne var en rakryggad, vänsäll man. Även om den ungdomliga glättigheten, stundom ysterheten från pionjärtiden i Västerbotten så småningom, liksom hos de flesta, i någon mån fick vika hos den allt mer bemärkte, framåtgående ingenjören och sedermera direktören, var han dock alltid den vänlige, beredvillige vännen vilken alltid gav klara besked. När förf. t. ex. de två sista åren hade att göra med S. i tjänsten och måste anlita telefon från övre Norrland för att ordna något mellanhavande, då var det ingen risk att ej minuterna skulle räcka till, svaret fanns alltid till hands.

Med den personliga kännedom förf. har från de företag S. var ledare för, är det icke förmätet att uttala såsom en bestämd övertygelse att alla i dessa arbetande högt värderade honom och sågo upp till honom knytande stora förhoppningar till företagens fortsatta framåtgående under den ledning, som redan efter kort tid givit starka skäl härtill. För alla kamraterna i arbetet var han också en uppskattad vän.

Han efterlämnar maka f. Pehrson samt son och dotter.

De svenska geologerna bringa honom sin hyllning och sitt tack.

Alvar Högbom.

KARL SUNDBERG

född den 26 juni 1891 i Mo i Gävleborgs län, son till rektorn Ernst Axel Abraham Sundberg och hans maka Jenny Katrina Helena Högdahl; gift den 16 juni 1917 med Gunhild Ester Maria Pehrson; barn: Gösta Carl-Axel (f. 1918) och Barbro Eva Maria (f. 1923).

Student i Falun 1910, ordinarie elev vid Kungl. Tekn. Högskolan 1910—1914, utexaminerad såsom bergsingenjör 1915.

Anställningar: 1915—1918 vid Guldsmedshytte A. B.; 1918—1919 driftsledare vid A. S. Porsa Kobbergruber i Norge; 1919—1921 platschef vid Orijärvi gruvor, 1921—1924 chef för Centralgruppens Emissions A. B:s geofysikaliska undersökningar; 1924 överingenjör i A. B. Elektrisk Malmletning, 1930 verkst. direktör i samma företag; 1934 verkst. direktör i Svenska Diamantbergborrnings A. B. och dess dotterbolag.

Ledamot av Svenska Teknologfören. 1915, v. ordf. i dess avd. för kemi och bergsvetenskap 1935, ordf. i samma avd. 1936; ledamot av föreningens styrelse från 1936.

Ledamot av Geologiska Föreningen 1923, ordf. från 1 jan. 1939.

Ledamot av Ingenjörsvetenskapsakademien 1934.

Utmärkelser. I. V. A:s lilla guldmedalj 1925, Kungl. Vetenskapsakademiens större Linnémedalj i silver 1938. Riddare av Nordstjärneorden 1938.

Förteckning över tryckta arbeten författade av KARL SUNDBERG ensam eller i samarbete med andra.

K. SUNDBERG.

1. Den magnetiska kraftvågen. Jernkontorets Annaler, 99. Stockholm 1915.
2. Flytprocessernas teori. Jernkontorets Annaler, 102. Stockholm 1918.
3. Kornstorleksbestämningar enligt ODÉNS sedimentationsmetod. Jernkontorets Annaler, 105. Stockholm 1921.
4. Elektriska och andra geofysikaliska metoder använda vid Centralgruppens Emissionsaktiebolags malmletningar. Ingenjörsklubbens i Falun Förhandlingar. Falun 1924.
5. Über schwedische elektrische Schürfmethoden. Analele Minelor, 10. Bukarest 1927.
6. Die schwedischen elektrischen Schürfmethoden. Metall und Erz, 23, Berlin 1926.
7. Prospecting by the Swedish Geoelectrical Methods. Bulletin of the Institution of Mining and Metallurgy, 38, London 1929.
8. Olje- och malmletning med svenska elektriska metoder. Värmländska Bergsmannaföreningens Annaler. Filipstad 1929.
9. Prospektieren auf Öl mit elektrischen Methoden, Petroleum, 26, Wien, Berlin 1930.
10. Electrical Prospecting for Oil Structure. Bulletin of American Association of Petroleum Geologists, 14. Tulsa 1930.
11. Tektoniska och stratigrafiska undersökningar medelst elektriska metoder. Geologiska Föreningens Förhandlingar, 52. Stockholm 1930.
12. Oljeletning med de svenska geologiska metoderna. De Tekniska Vetenskaperna, Bergsvetenskap. Stockholm 1930.
13. Gravimetriska och seismiska metoders användning för uppletande av nyttiga mineral. De Tekniska Vetenskaperna, Bergsvetenskap. Stockholm 1930.
14. Utvinning av bergolja. De Tekniska Vetenskaperna, Bergsvetenskap Stockholm 1930.
15. Principles of the Swedish Geoelectrical Methods. Ergänzungshefte fü angewandte Geophysik, 1, Leipzig 1931.
16. Salt Dome Studies by Geo-Electrical Methods. »Symposium on Sal Domes», Journal of the Institution of Petroleum Techn., 17. Londo 1931.
17. Effect of Impregnating Waters on Electrical Conductivity of Soils an Rocks. Transactions A. I. M. E., Geophysical Prospecting. Ne York 1932.
18. Los Métodos Geoeléctricos Suecos. Revista Minera, Metalúrgico y d Ingeniería, 84. Madrid 1933.
19. Elektriska och andra geofysikaliska metoders användning inom väg och vattenbyggnadsfacket. Teknisk Tidskrift, 63. Stockholm 1933
20. Flygfotograferingens betydelse för uppletning av mineralfyndighete Teknisk Tidskrift, 65. Stockholm 1935.
21. Nya hjälpmedel för uppletning av nyttiga mineralförekomster. Ingenjörsklubbens i Falun Förhandlingar. Falun 1935.
22. Moderna malmletningsmetoder. Jernkontorets Annaler, 121. Stockhol 1937.

23. The Boliden Gravimeter — A New Instrument for Ore Prospecting. Transaction of the Institution of Mining and Metallurgy. London 1938.

K. SUNDBERG — H. HEDSTRÖM.

24. Communication sur les Recherches Electriques de Minerais et d'Huiles. IIe. Congres Intern. de Forage, Comptes Rendus. Paris 1929.

25. Structural Investigations by Electromagnetic Methods. World Petroleum Congress, Proceedings. London 1933.

K. SUNDBERG — H. LUNDBERG.

26. Electrical Prospecting Methods. Min. & Met., 8. New York 1927.

27. Some Practical Results of Electrical Prospecting for Ore. Bulletin of the Institution of Mining and Metallurgy, 38. London 1929.

K. SUNDBERG — H. LUNDBERG — J. EKLUND.

28. Electrical Prospecting in Sweden. Sveriges Geologiska Undersökning, Årsbok 17, 1923. Stockholm 1925.

29. Swedish Geoelectrical Methods, Summary. Sveriges Geologiska Undersökning. Stockholm 1930.

K. SUNDBERG — A. NORDSTRÖM.

30. Electrical Prospecting for Molybdenite at Questa, N. M. A. I. M. E. Techn. Publ. 122. New York 1928.

31. Quelques Résultats de Prospections Electriques. Congr. Intern. des Mines, de la Métallurgie et de la Géologie Appliqueé, Comptes Rendus. Liege 1930.

K. SUNDBERG — OLOF LINDQVIST.

32. Some Recent Developments in Diamond Drilling Practice. Transactions of the Institution of Mining and Metallurgy. London 1938.

Notis.

Berichtigung.

Olof H. Selling, Entwicklungsgeschichtliche Studien im Molken-See mit besonderer Rücksicht der Frequenzwechsel der Makrofossilien (Geologiska Föreningens Förhandlingar 1938, H. 3).

In diesem Aufsatz sind folgende Druckfehler vorhanden, die ich erst jetzt in der Lage bin, zu berichtigen, da ich das Probelesen infolge meiner Reise nach Hawaii nicht selbst übernehmen konnte.

S. 471 steht: Ablagerung der Diasporen statt: Ablagerung der fruktifikativen Diasporen.

S. 472 steht: das Pollendiagramm Fig. 8 statt: das Pollendiagramm Fig. 6.

S. 479 steht: Almus statt: Alnus.

S. 481 steht: (etwa 28 × 18 $\mu\mu$) statt: (etwa 28 × 18 μ).

S. 481—489: in der Tabelle werden die Nummern der Proben 24—33 in 25—34 geändert.

Ich möchte hier auch die Gelegenheit ergreifen, den Ausdruck zu verbessern, den ich angewandt habe, um die vegetative Fossilienkomponente zu bezeichnen, die ich nach den Schlämmungen und der Herauslesung der fruktifikativen Fossilien erhielt. Ich nannte diese Komponente »Grobdetritus» (S. 458, 479) und sprach deshalb im Texte von »Grobdetrituskurve», »Grobdetritusmaximum» u. s. w. Ich halte es aber für das beste, das Wort Grobdetritus zu diesem Zwecke nicht zu brauchen. Um ein besseres Wort zu erhalten, möchte ich in den Fällen, wo es in meinem Aufsatz angewandt worden ist, um einen vegetativen Schlämmungsrest zu bezeichnen, das Wort »Grobdetritus» mit »vegetativen Makrofossilien» ersetzen (vgl. die Erörterung S. 458).

Gleichfalls hat auch ein Satz eine fehlerhafte Ausgestaltung erhalten. S. 476 steht: »Bei den Pollenanalysen fand ich nämlich einen Trapa-Pollen (vgl. Fig. 9), der zeigt, dass die Art auch hier in abiegner Zeit noch vorkam». Begreiflicherweise ist diese Aussage allein nicht hinreichend. Es war aber der Fall, dass ich bei einer nach der obenerwähnten Analyse vorgenommenen Durchrechnung von etwa 900 Pollenkörnern noch drei *Trapa*-Pollen fand, was mir Anlass gab, den Satz ohne Einschränkung zu formulieren.

Stockholm im Januar 1939.

Olof H. Selling.

Anmälanden och kritiker.

Om den s. k. svenska tidskalans förmodade riktighet.

Av

R. SANDEGREN.

(Manuskr. inkommet $^{4}/_{2}$ 1939.)

I detta häfte av Förhandlingarna har Dr C. CALDENIUS i en uppsats med titeln »Den förmodade israndsoscillationen i Gävletrakten» dragit en lans för G. DE GEERS s. k. svenska tidskala, i det han söker visa, att de förhållanden jag vid flera tillfällen (G. F. F. Bd 51 s. 465 o. 573, Bd 52 s. 374, Bd 53 s. 361 o. 364 samt S. G. U. Ser. Aa. N:o 176) anfört som indicier på, att israndens recession i nämnda trakt varit avbruten av en större framryckning, enklare läte sig tolkas på annat sätt. Salunda skulle min uppfattning, att tidskalan tillmäter detta avsmältningsskede en alldeles för kort längd, vara oriktig.

C:s uppsats utgör referat av ett av honom a Geologklubben vid Stockholms Högskola den $^{24}/_{2}$ 1938 hallet föredrag,[1] där jag anmodats närvara och sålunda hade tillfälle muntligen bemöta C:s framställning.

Med anledning av det livliga intresse hrr CALDENIUS och VON POST visat för Sveriges Geologiska Undersöknings pågående arbeten i Gävletrakten, anordnade överdirektör GAVELIN den 20—22 maj 1938 en exkursion till nämnda område, i vilken exkursion, förutom hr GAVELIN, hrr CALDENIUS, O. CLAESSON, E. FROMM, G. LUNDQVIST, L. VON POST, K. E. SAHLSTRÖM samt undertecknad deltogo. Avsikten härmed var dels att giva dem, som själva ej arbetat där, en inblick i traktens kvartärgeologi, dels att bereda samtliga deltagare tillfälle att i fält diskutera de här föreliggande problemen, innan beskrivningen till det geologiska kartbladet Gävle utgåves.

Det är därför med den största förvåning jag konstaterar, att CALDENIUS i sin, visserligen okt. 1937 daterade, men enl. Föreningens sekreterares anteckning först den 15 sept. 1938 inlämnade uppsats icke med ett ord omnämner denna exkursion, än mindre de medgivanden om de faktiska förhållandenas överensstämmelse med av mig tidigare lämnade framställning, vilka han då gjorde och som ställa frågan i en helt annan dager, än han i sin uppsats vill göra gällande. Detta tillvägagångssätt synes mig synnerligen egendomligt, om CALDENIUS verkligen med sin aktion avser att lämna ett objektivt bidrag till lösandet av Gävletraktens kvartärgeologiska problem.

I mitt yttrande efter C:s föredrag erkände jag oförbehållsamt, att sådana av grovt, moränliknande material bestående lager, som LIDÉN vid Harnäs funnit överlagra *Mytilus*-förande sand, otvivelaktigt måste vara svallgrus och likaledes, att det på *Mytilus*-förande skikt vilande gruset i åsen vid Åbyfors måste tillhöra svallgruskappan (åsskalet enl. C:s terminologi), och framhöll vidare, att jag ingalunda vore främmande för det förhållandet, att avlagringar av denna art, och stundom av ansenlig mäktighet, hade stor utbredning i denna trakt, vilket jag f. ö. omnämnt i beskrivningen till kartbladet Storvik, sid. 87 och 108. Under den ovannämnda exkursionen hade vi även tillfälle studera synnerligen instruktiva skärningar genom svallgrus av anmärkningsvärt stor mäktighet bl. a. på åsen vid Tensmyran mellan Marma och Älvkarleby, V om Furuvik mellan Harnäs och Gävle samt vid Överhärde SV om Gävle. På dessa såväl som på flera andra ställen konstaterades, att svallgruset företrädesvis uppträder på västra och sydvästra sidorna av åsar, moränkullar och moränryggar och tydligen hopats där genom en av från NO kommande vågor och bränningar åstadkommen utomordentligt kraftig, marin abrasion, som måste ha ägt rum, då nämnda höjder genom landhöjningen bragts upp inom bränningszonen. Att materialets omlagring nått så stora dimensioner beror otvivelaktigt på terrängens utomordentliga flackhet, som haft till följd, att under successiva landhöjningsstadier väldiga ytor av med små, uppstickande grund uppfyllda grundhavsområden samtidigt kunnat påverkas av från öster obehindrat kommande vågor och bränningar.

---

[1] Föredragets titel var: Den förmenta stora finiglaciala isoscillationen i Gävletrakten. Se G. F. F. Bd 60, sid. 649.

I fråga om uppfattningen rörande detta fenomen syntes samtliga exkurrenter vara fullt eniga, ehuru förvåning från flera håll uttalades över de stora dimensioner den marina abrasionen här nått. Beträffande åsen vid Åbyfors, där alltså det i maj 1938 synliga snittet gick genom *Mytilus*-förande svallgrus, framhöll jag, att detta snitt tillfölje fortsatt grustäkt befinner sig vid en linje åtskilliga 10-tal meter längre åt NO än det snitt jag tidigare omtalat såsom gående genom en enligt min uppfattning primär åskärna. Då snittet gick genom denna, funnos inga *Mytilus*-förande lager att se. Grustaget har sedan 1929 år efter år, allteftersom grustäkten fortsattes vidare åt NO, studerats av O. Claesson och undertecknad. Redan 1934 iakttogos skal av *Mytilus* och *Macoma baltica* mellan svallgruskappan och åskärnan, ehuru på betydligt högre nivå än där sådana anträffades 1938. Det snitt, som var tillgängligt vid sistnämnda tillfälle, befinner sig enligt min mening i en svacka mellan tvenne primära åskullar, som tillfölje den marina abrasionen utfyllts med från kullarna nedspolat svallgrus, varigenom åsen erhållit sitt i stort sett tämligen jämnhöga krön (jfr Beskrivn. till Bl. Storvik sid. 86—87). Frågan torde endast kunna avgöras genom fortsatta studier, i den mån grustäkten går vidare mot NO.

Caldenius anser, att även det storblockiga material, som täcker leran vid Björhålsmyren, icke skulle vara morän utan svallgrus. Jag vill här endast erinra om, att G. De Geer, som själv besökt platsen, i ett diskussionsinlägg efter C:s föredrag, där C. framställde nämnda tolkningsförslag, vidhöll sin mening, att materialet är morän, ehuru han ju anser, att denna tillhör en moränflotte.

De störningar i den varviga leran, som uppträda överallt inom hela det område, där från NO kommande räfflor samt NV—SO-riktade ändmoräner förefinnas, vill Caldenius vid Åsbyggeby tolka såsom uppkomma genom skred, som inträffat, »sedan den intill nordvästra dalsidan liggande högre lerterrängen lyfts ovan strandnivån, vilket av höjdläget att döma ägt rum efter Litorinahavets transgressionsmaximum. I de rubbade lerlagren förekomma nämligen inbakade linser av sand, som torde ha tillhört strandsanden på platsen.»

Redan 1931, i Bd 53, sid. 367 av denna tidskrift, har jag visat, att störningarna i Valboslättens varviga lera inträffat i senglacial tid, när vattendjupet där ännu översteg 100 m, alldenstund den starkt veckade och hopknådade leran vid Åbyfors diskordant överlagras av horisontellt liggande, ostörd, tunnvarvig lera, som uppåt övergår i ancyluslera, och ovanpå vilken Litorinahavets avlagringar vila. Från den å fig. 3 i C:s uppsats avbildade skärningen i lertaget vid Åsbyggeby insamlades vid exkursionen prov bl. a. av den sand, som enligt C:s uppfattning skulle tillhöra litorinatidens strandsand och vid skredet inbakats i de skridna lermassorna. E. FROMM, som utfört mikroskopisk undersökning av dessa prov, har godhetsfullt meddelat följande: »I lertaget vid Åsbyggeby ha pollen- och diatomacéanalyser utförts dels på i varvig lera inveckade sandlinser, dels på mörk mikrovarvig lera nära ytan. I intet av proven anträffades diatomacéer. Vid pollenanalyserna ha trots fluorvätekokning blott enstaka pollen av *Pinus*, *Betula*, *Alnus* och *Hippophaë* påträffats. Denna flora tyder på, att det i skredrörelsen deltagande materialet är av senglacialt ursprung, vare sig pollenet är primärt inlagrat eller härrör från senare föroreningar. Några slutsatser om skredets ålder kan däremot ej dragas ur pollenanalysens resultat.»

För mig synes emellertid detta resultat, som överensstämmer med CLAESSONS och mina egna undersökningar vid Åbyfors, ge ett gott stöd åt vår uppfattning om störningarnas senglaciala ålder, ty de verkliga litorina-avlagringarna här äro, såsom jag kunnat visa, rika på såväl diatomacéer som pollen.

Bland de veckningsstrukturer de störda lerlagren i Gävletrakten uppvisa äro sådana, som den CALDENIUS avbildat i G. F. F. Bd 35, sid. 324, från Döviken i Jämtland och som enligt honom uppkommit genom en isoscillation, mycket vanliga.

De för tolkandet av traktens senglaciala geologi viktigaste fenomenen äro emellertid enligt min mening räfflor och glacial skulptur i övrigt samt ändmoräner. Rörande dessa fick åtminstone jag det intrycket, att en viss enighet uppnåddes under exkursionen. CALDENIUS intager emellertid i sin uppsats härutinnan antingen oförändrat den uppfattning han gav uttryck åt i sitt föredrag, men som under exkursionen visades vara oriktig, eller ock förtiger han sådana fakta, som demonstrerades under exkursionen och varom enighet nåddes.

I fråga om räfflorna säger CALDENIUS sålunda: »De skilda räffelsystemen på hällarna i Gävletrakten visa i och för sig intet annat, än att isrörelseriktningen ändrats under en sannolikt sen period av landisens framryckning. Det sätt, på vilket de båda räffelsystemen uppträda, gör att man närmast har anledning antaga, att rörelseändringen sammanhänger med istäckets uttunning under avsmältningen, vilket gjorde isströmningen mer beroende av det topografiska underlaget än tidigare.»

Under exkursionen studerades räfflorna ingående på trenne lokaler, nämligen på Furskär, vid Järvsta och vid Nyvall Ö om Bomhus, varvid visades först och främst, att tvenne distinkt olika räffelsystem föreligga, ett äldre från NV och ett yngre från NO, samt dessutom, att vid det yngre räffelsystemets inristande en fullständig omformning av de vid det äldre systemets inristande utbildade rundhällarna ägt rum, i det att nya stöt- och läsidor utbildades. Detta kan icke ha skett vid en rörelseändring i samband med istäckets uttunning under avsmältningen utan kräver en verklig framryckning av en kraftigt eroderande inlandsis. Det äldre systemets räfflor finnas endast bevarade på sådana partier av hällarna, som tillhöra det yngre systemets läsidor, och som i vissa fall, t. ex. vid Järvsta, ända till dess att de blottats genom jordrymning för vägarbeten, varit täckta av morän, som avlagrats på de yngre rundhällarnas läsida nedanför kraftiga plockningsärr.

De långa, smala ryggar med flack nordost- och brant sydvästsluttning, vilka jag uppfattat som recessionsmoräner, avlagrade vid avsmältningen av det istäcke, som vid sin framryckning inristade de yngre räfflorna, vill Caldenius nu tolka som radialmoräner, utbildade vid den äldre isrörelsen från NV, »vilkas krön tillskärpts genom den i dessa trakter bevisligen starka abrasionen». Denna tanke framkastade von Post redan under exkursionen, då dessa ryggar studerades inom Valbo socken V om Gävle, där, såsom ovan nämnts, svallgrus ofta avlagrats på ryggarnas sydvästsida. Denna valltopografi, som med konsekvent bibehållande av samma huvudriktning är ett av de mest framträdande dragen inom hela det av diskussionen berörda området, kan följas mil efter mil mot SV ända ned till trakten av By kyrka vid Dalälven. När exkursionen hunnit till Sterte i Österfärnebo socken, där inga spår av marin abrasion kunde iakttagas, icke ens den minsta sandavlagring nedanför moränryggarnas branta sydvästsluttning, erkände såväl Caldenius som von Post, att otvivelaktiga ändmoräner och ändmoränlandskap föreligga här.

Man kan sålunda konstatera, hurusom den marina abrasionen, som inom hela det flacka kustlandet gör sig utomordentligt starkt gällande, inåt land och i skydd av högre terräng successivt avtager. Det synes mig därför ofrånkomligt att, om dessa ryggar av sakkunskapen godtagas som ändmoräner inom områdets sydvästra del, även erkänna denna deras karaktär inom sådana områden, där de varit utsatta för senare marin abrasion, och där de talrika räffelobservationerna visa, att den sista inlandsisen i trakten rört sig i en mot desamma vinkelrät riktning.

Å kartan, fig. 2, i G. De Geers uppsats, »Varve datings contra suppositions» i G. F. F. Bd 60, sid. 239, framställas israndlägena enligt varvmätningarna gående i VSV—ONO just inom det område, där sakkunskapen i fält, som ovan nämnts, är enig om, att ändmoräner, resp. ändmoränlandskap med NNV—SSO-lig riktning föreligga. Israndlägena enl. varvmätningen gå sålunda där vinkelrätt mot den av de yngsta, friska ändmoränerna registrerade riktningen, men parallellt med en av äldre räfflor och ändmoräner dokumenterad riktning. Varvmätningarna vid Hagaström, Åbyfors och Åsbyggeby äro också utförda inom lokalt relativt ostörda partier av de lerlager, som regionalt inom hela den trakt, där yngre räfflor och ändmoräner uppträda, visa starka störningar.

Den isrecession De Geers karta vill visa kan alltså icke hänföra sig till den sista inlandsisens bortsmältande från Gävletrakten, och härav följer, att De Geers kronologi icke ger en riktig och fullständig bild av isavsmältningens förlopp i denna trakt, och att det finiglaciala skedet i tidsskalan sålunda är för kort.

Summary.

On the supposed exactness of the so-called Swedish time-scale.

In a paper, »Om den förmodade israndsoscillationen i Gävletrakten» (»On the supposed ice-oscillation in the neighbourhood of Gefle»), G. F. F.

Bd 61, 1939, Dr C. Caldenius claims that he has found evidences against the author's opinion that a considerable ice-oscillation has taken place in that region in Late-Glacial time.

In this paper the author states that Caldenius has paid no or very little attention to the most important evidences in favour of an ice-oscillation, viz. the glacial striae, the glacial sculpture of the rocks, and the terminal moraines. All these features show that the last ice-sheet in this region moved from NE to SW, and melted away from SW to NE. As the time-scale of De Geer reckons only with an earlier ice-recession from SE to NW, it does not comprice more than a part of the Late-Glacial time.

Den förmodade finiglaciala israndsoscillationen i Gävletrakten.

Slutord.

Då jag fått del av dr Sandegrens bemötande av mitt inlägg om den finiglaciala isrecessionen i Gävletrakten, får jag på det utrymme, som står till buds, anföra följande.

Då de under exkursionen i maj 1938 gjorda iakttagelserna i allo bekräftade den uppfattning angående de finiglaciala förhållandena i Gävletrakten, som jag anfört i mitt föredrag, saknade jag anledning att göra några tillägg till min tidigare framställning. Några medgivanden till förmån för en annan uppfattning än den, jag där uttryckt, har jag ej gjort vare sig under exkursionen eller vid andra tillfällen.

Under exkursionen iakttogos två räffelsystem men blott ett ändmoränsystem, parallellt med De Geers isrecessionslinjer, och blott ett åssystem. Ingen moränöverlagring vare sig på åsarna eller på den varviga leran iakttogs, trots att just de lokaler besöktes, från vilka Sandegren beskrivit sådan moränöverlagring. Det där förekommande storblockiga gruset på leran visade sig överallt vara svallgrus. De nord—sydliga rullstensåsarnas deformation konstaterades bero på marin inverkan genom oliksidig påbyggnad, som givit dem branta väst- och långsluttande ostsidor. Även moränkullarnas västsidor visade sig ha tillskärpts genom liknande marina omlagringsprocesser, varvid västbranter uppstått som av Sandegren uppfattats och karterats som ändmoräner. Veckningarna inom den varviga leran visade sig i det sätt, på vilket de uppträda, helt beroende av statiska ändringar i samband med landhöjningen och på lerlagren utsvämmade svallgrusmassor. De kunna lika litet som deformationen av åskrönen sättas i någon som helst förbindelse med landispåverkan. Följaktligen föreligga i Gävletrakten bevis för en isrörelseändring men ej för en israndsoscillation.

Saltsjö-Duvnäs 19 februari 1939.

Carl Caldenius.

T. HALLE, De utdöda växterna. Växternas liv. Bd IV, sid. 449—667. Stockholm 1938.

Genom sitt utforskande av Skånes fossila flora blev A. G. NATHORST en av nydanarna inom den paleobotaniska vetenskapen. Den ledande ställning, som Sverige därmed intog på detta område, har med framgång hävdats av hans efterföljare HALLE och FLORIN, vilkas banbrytande insatser i frågan om de fossila växternas anatomi och härstamning äro kända och erkända.

I det under utgivning varande verket »Växternas liv» har nu prof. HALLE skrivit en översikt av de utdöda växterna, varav första delen föreligger i tryck. I motsats till de stora utländska handböckerna, som lägga huvudvikten vid den rena systematiken med beskrivning av större och mindre systematiska enheter, betonar HALLE framför allt fylogenetiska och andra aktuella problem, samtidigt som han söker ge en överblick över de olika växtgruppernas utbredning, morfologi och anatomi.

Inledningsvis framhålles bl. a. de fossila växternas betydelse för förståelsen av växtvärldens utvecklingshistoria. Här behandlas också paleobotanikens historia, belyst av en rad porträtt, den geologiska tidsindelningen samt fossilifiering och bevaringssätt. I den följande framställningen, som börjar med de lägst stående växterna, omnämnas först uppträdandet av bakterier och blågröna alger, av vilka en del fynd äro tämligen säkra men många starkt omtvistade. Mera utförligt omtalas grönalgerna, bland vilka kransalgerna spelat en stor roll som bergartsbildare och även äro väl utforskade. Huvudintresset knyter sig dock till kärlväxterna, som upptaga mer än $^3/_4$ av utrymmet. Här ges först en redogörelse för de intressanta primitiva psilofytalerna och deras betydelse för kärlväxternas ursprung. Härefter följer en utförlig behandling av olika kärlkryptogamer och pteridospermer (ormbunkslika fröväxter), deras fylogenetiska relationer och geologiska historia, samt till sist ett kort kapitel om förmodade mesozoiska pteridospermer och Caytoniales, de senare nyligen påvisade men föga kända jurassiska fröväxter, som tyckas tillhöra en ofärdig utvecklingslinje av angiosperm typ. Övriga grupper, bl. a. cycadofyter, barrträd och angiospermer, skola komma i en andra del.

Framställningen är åtföljd av talrika och instruktiva bilder samt är rik på uppslag och nya synpunkter. Den är njutbar även för andra än botanister av facket, och särskilt för geologer finnes mycket av intresse. Märkligt nog är detta det första mera utförliga arbete av detta slag på skandinaviskt språk, och geologerna ha lika stor anledning som botanisterna att vara tacksamma för att prof. HALLE velat ge sig i kast med den säkerligen ingalunda lätta uppgiften att skriva en botanisk översikt av denna helt nya typ, där det paleontologiska materialet dominerar. Man skulle bara önska — och detta är ett mycket angeläget önskemål —, att arbetet kunde utgivas i en separat upplaga, då det bättre skulle nå en geologiskt orienterad publik, för vilken det nu valda publiceringssättet är synnerligen obekvämt.

G. T. T.

Mötet den 12 januari 1939.

Närvarande 41 personer.

Ordföranden för dagen, hr TROEDSSON, meddelade, att sedan föregående möte Föreningens ledamot fru MÄRTA ÅBERG, f. RUBIN, avlidit.

Till nya medlemmar av Föreningen hade styrelsen invalt dr EDV. A. JOHNSON, Haines, Alaska, föreslagen av hr QUENSEL, samt fil. kand. STURE WERNER, Stockholm, föreslagen av hr SAHLSTRÖM.

Hr SUNDIUS höll ett av karta, stuffer och ljusbilder belyst föredrag om Berggrunden inom sydöstra delen av Stockholms skärgård. En uppsats med samma titel tryckes i Sv. geol. unders. årsbok, Ser. C., nr 419.

Med anledning av föredraget yttrade sig hrr HOLMQUIST, ORTON och föredraganden.

Hr HOLMQUIST uttalade, att hr SUNDIUS' geologiska kartering av Stockholmsbladet och angränsande skärgårdsområde vore ett beundransvärt fältgeologiskt arbete, av största värde för fortsatta utredningar av den synnerligen komplicerade arkeiska bergbyggnaden. Den till kartan fogade teoretiska framställningen av bergarter och geologi var emellertid byggd på åskadningar, som SUNDIUS sedan rätt lång tid tillbaka nästan ensam företrätt bland geologerna, och som i viktigaste delar står i skarp motsättning till den uppfattning av urbergets byggnad och bildning, som numera är allmänt rådande. SUNDIUS anser sålunda, att alla urbergerts bergarter, förutom möjligen kalkstenen och själva leptiten, som av SUNDIUS — under reservation och med stor tvekan — undantagas, äro magmatiska, d. v. s. bildade genom likvid differentiation av förutvarande urmagma. Ej blott graniter, gnejsgraniter samt massformiga eller skiffriga grönstenar utan även den stora mängden av utmärkt väl skiktade s. k. bandade bergarter och utpräglat stratigrafiskt uppträdande finkorniga gnejser och grönstenar räknas av SUNDIUS som direkta magmatiska differentiations- och stelningsprodukter, och de säregna strukturer, de hava samt den tektonik, de utvisa, skulle samt och synnerligen vara att betrakta som magmatiska fluidala och protoklastiska fenomen. Naturligt nog kunde icke SUNDIUS från dessa utgångspunkter gilla varken den bergartsindelning, som förut använts inom området, eller de geologiska slutsatser om bergartssammanhang och bildningssätt, som framkommit genom tidigare undersökningar. Men talaren kunde å sin sida ej heller underlåta att uppträda till försvar för dessa slutsatser, som han alltjämt ansåge hava sitt fulla berättigande och vara bättre grundade än de nya tolkningar, som SUNDIUS nu framfört. För talaren var det av särskild vikt att beröra fragan om Runmaröomradets geologi. Beklagligt nog hade hr SUNDIUS försummat att i samband med sin kartläggning av denna del av området taga del av det stora material av samlingar och kartor, som finnes på Tekniska Högskolans mineralogiska museum och särskilt av den detaljrika geologiska karta (skala 1 : 7 500, rekognosceringsskala 1 : 20 000), som där sedan manga är tillbaka finnes uppsatt. Denna karta utgjorde ett resultat av de under åren 1917—28 i samband med geologiska kartläggningsövningar för Tekniska Högskolans bergsstuderande bedrivna fältarbetena. Man kunde visserligen säga, att densamma och den nu av SUNDIUS publicerade kartan i huvuddragen äro överensstämmande, men i detaljerna finnas manga och betydande skiljaktigheter. I synnerhet finnas sådana beträffande kalkstenens förekomst och utbredning. Den uppfattning, som SUNDIUS grundat pa sina iakttagelser av kalkstenens förekomst på Runmarö, och enligt vilken denna bergart skulle bilda leptitens understa lager och salunda vara den äldsta av alla urbergets bergarter inom kartområdet, kunde därför icke godtagas och stode i bestämd strid mot det sakförhållandet, att de djuperuptiva massorna av granit och porfyr ingenstädes nå upp i kalkstensnivaerna, och att de brottstycken, som ofta anträffas i djuperuptiven, aldrig befunnits besta av kalkstensbergarter, utan av grovskiktade eller granulitiska leptiter och amfiboliter, bergarter som jämte porfyrerna med all säkerhet utgjorde den suprakrustala seriens understa lager. Den mycket intressanta kontakten emellan gnejsgraniten och den röda leptiten på Skarprunmarn hade på SUNDIUS' karta givits den önskade konforma sträckningen, medan den i verkligheten förlöper snett avskärande. Detta faktiska förhållande ådagalade med full tydlighet, att gnejsgraniten är yngre än leptiten — av SUNDIUS betecknad som röd aplitgnejs och hänförd till gnejsgranitgruppen — samt att den sammanhör med leptitserien, med vilken den även, som visats, sammanhör genom växellagring. Även Betesholmens märkliga bergart hänföres av SUNDIUS till gnejsgranitgruppen, ehuru den förekommer i anslutning till leptiterna, och motsvarande förekomster inom Åmmeberg och i Östergötland av HARALD JOHANSSON och B. ASKLUND räknats till leptiterna, samt betecknats som kalileptiter. Ett genomgående drag i SUNDIUS' behandling av berggrundsproblemen var, att de faktiska kontaktförhållandena förbisetts eller misstolkats. Detta givetvis under påverkan av den allmagmatiska hypotesen, men dessutom även genom det totala frånkännandet av inflytande fran den regionala metamorfosen på bergarternas strukturer och tektonik. Såsom en följd härav hava även pegmatiterna förvisats från kartframställningen, ehuruväl området är speciellt känt för sin pegmatitrikedom och de tidigare kartframställningarna av trakten — även de som lämnats av NATHORST och HOLST, till vilkas uppfattning av berggrunden SUNDIUS förklarar sin anslutning — beaktat detta utan minsta tvivel beaktansvärda element i bergbyggnaden. Med fullständigt ignorerande av den bevisning, som förebragts, att pegmatiten bildats sekundärt, såsom det sista ledet i bergartsbildningen, sammanför SUNDIUS densamma utan vidare med områdets gnejsgraniter under framhållande av, att en pegmatiseringsprocess, om den ägt rum, skulle träffat alla kvarts-fältspatbergarter inom regionen och ej blott en del av dem. Denna anmärkning träffar emellertid endast dem, vilka uppfattat processen som en temperaturprocess under genomdränkning av bergarterna med granitiska 'safter' och förbise deformationens roll vid förloppet, samt att den endast förekommer i zoner, inom vilka starka mekaniska omformningar av bergartsmaterialet ägt rum. Sådana omformningar av förutvarande kristalliniska bergarter ansåge SUNDIUS vara uteslutna och oantagbara, en ofattbar ståndpunkt i en tid som vår, då så mycket betydelsefullt vetenskapligt arbete utföres just rörande sådana processer.

Föredraganden ville begränsa sig till att besvara hr HOLMQUISTS inlägg, i vad det berörde de konkreta förhållandena i områdets bergsbyggnad. Först och främst beträffande Runmarö, dess kartering och byggnad. Det är icke riktigt, att ett kalkstenslager av föredr. förlagts såsom den äldsta bergartslänken inom leptitformationen. Det understa ledet här utgöres av en ofta kalkbandad leptitserie, i vilken leptiten dock utgör huvudmassan. Inom denna serie är det icke möjligt, även med den skala, som HOLMQUIST använt, att låta alla kalkstrimmor framträda. Man får nöja sig med att utskilja de större kalklagren och — i den mån det låter sig göra — avskilja de delar, där kalk förhärskar, och där leptit överväger, något som skett på föredr:s karta. Å andra sidan syntes HOLMQUIST i sitt anförande icke förneka riktigheten av den tektoniska tolkning, som föredr. givit åt områdets byggnad, och därmed är bottenläget av den kalkrandiga leptiten erkänd. HOLMQUISTS egen karta lämnar f. ö. fullgoda bevis för samma sak.

Det var föredr. obekant både att HOLMQUIST sammanställt en ny Runmarökarta efter 1920, då han höll sitt bekanta föredrag om detta område, och att han tänkt sig en ny publikation häröver. Under de 19 år som förflutit, sedan nämnda föredrag synes tillfälle ha bort finnas för denna publikation. Det hade givetvis varit av intresse för föredr. att få taga del av HOLMQUISTS kartmaterial. Å andra sidan hade kontinuiteten i föredr:s kartarbete i varje fall fordrat, att rekognoseringen utsträckts även över Runmarö, och någon väsentlig tidsvinst inom detta begränsade område hade därför knappast varit att vänta.

Den bergarts- och åldersindelning, som föredr. funnit tillämplig för området, svarar pa det närmaste mot den, som framgått vid de tidigare kartbladsarbetena, och som godtagits av TÖRNEBOHM, ehuruväl tolkningen och detaljuppdelningen måste bli annorlunda. Föredr. ville i en punkt bestämt motsätta sig den omvärdering i fråga om bergarterna, som gjorts av HOLMQUIST, och som berör de röda saliska gnejsgraniterna och aplitgnejserna, vilka finnas representerade å ett flertal ställen inom området, och Ö om Runmarö-Nämdö bilda en betydande och uthållig zon. Dessa bergarter ha av HOLMQUIST — i motsats mot tidigare kartörer och föredr. — hänförts till leptiterna. Om man med HOLMQUIST såsom kriterium på en magmatisk bergart uppställer den fordran, att den skall förete tydliga intrusiv-relationer mot angränsande äldre bergarter, måste man säga, att nämnda röda gnejser mer än några andra gnejsgranitvarieteter i området fylla detta krav, i det de båda ses intrudera och flika upp angränsande grå gnejsgranit och leptit, samt innehålla brottstycken av leptit (även kalkförande sådan). Dessa röda gnejsgraniter och aplitgnejser representera tillsamman med aplit och pegmatit den saliska delen av urgranitmagman, och om man skär bort dem, återstår blott den plagioklasförande delen av magman, en stympning, som givetvis är orimlig. Någon strukturell motivering för vederbörande bergarters hänförande till leptitgruppen finnes ej heller. Tvärtom förete de till övervägande delen tydlig gnejsgranitisk habitus, och delvis bli de även grova, massformiga och ögongnejsartade (Gillinge—Tistronskär). Föredr. hade ägnat mycken uppmärksamhet åt utskiljandet av, vad som kan hänföras till leptitgruppen, vilken både på grund av sin karaktär av äldsta formation och genom sin kemiska särställning är av specifikt intresse, och trodde icke, att i detta avseende någon berättigad större ändring kunde göras å kartan.

Hr Orton framhöll den egenartade likhet, som, frånsett kemiska egenskaper, förefinnes mellan de bandade hällarnas bergarter i dagens föredrag och de — varviga lerorna. Kunde det möjligen tänkas, att dessa olika bergarter bildats på i mångt och mycket likartade sätt fastän under olika geologiska perioder och därefter blivit utsatta för olika metamorfoser, för de bandade hällarnas bergarter bl. a. kristallisation. Kunde möjligen professor De Geers förnämliga arbeten för de varviga lerorna anpassas på de bandade hällarnas bergarter. Då skulle »ögon» och partier av eljest främmande bergarter kunna betraktas som inbäddade och även en mängd andra problem få enkel förklaring. Detta var endast frågor, inga påståenden.

Hr Orton framhöll slutligen, att det tryck, som uppenbarligen synes hava medverkat vid bildningen av sydöstra delen av Stockholms skärgård, enligt hans mening måste hava troligen kommit från norr och verkat i nord—sydlig riktning och ingalunda från sydost eller öster. Några fenomen å kartorna anfördes såsom stöd därför.

Vid mötet utdelades N:o 415 av Förhandlingarna.

Mötet den 2 februari 1939.

Närvarande 36 personer.

Ordföranden för dagen, hr Sandegren, meddelade, att styrelsen till ledamöter av Föreningen invalt ingenjör Einar Karlsson, Stockholm, på förslag av hr Sahlström, och fil. stud. Per Henrik Lundegårdh, Uppsala, föreslagen av hrr Hofman-Bang och Landergren.

Sekreteraren hade i en till styrelsen riktad skrivelse, som upplästes av ordföranden, föreslagit, att exkursioner borde regelbundet stå på föreningens program och att en 1-dagsexkursion borde anordnas på försök vid slutet av denna vårtermin. Styrelsen, som enhälligt anslutit sig till förslaget, erhöll i uppdrag att anordna en dylik exkursion.

Hr von Eckermann höll ett av färgplanscher, kartor och ljusbilder illustrerat föredrag om De alkalina bergarternas genesis i belysning av nya forskningsrön från Alnön.

Sedan Bröggers beskrivning av Fen-fältet publicerades har ett behov förelegat att ånyo taga upp Alnöns nefelinsyenitområde till en mera ingående kemisk, petrografisk och kristallografisk undersökning, än som varit möjlig när A. G. Högbom 1895 offentliggjorde sin klassiska och i betraktande av petrografiens dåvarande ståndpunkt mästerliga Alnö-avhandling. En mängd nya vägskärningar hava också underlättat det arbete, som av föredraganden sedan ett par år igångsatts, dels med ovan angivna syfte, dels för att samtidigt söka få nya synpunkter på de alkalina bergarternas och de med dem förenade karbonatiternas genesis.

Ehuru den mineralogiska och petrografiska bearbetningen av undersökningsresultaten ännu icke är slutförd, hava dock en del nya intressanta synpunkter redan framkommit, vilka jämte en preliminär karta nu kunna framläggas till diskussion.

Fennoskandias alkalina bergarters ålder är osäker. Man vet blott att Kola-förekomsterna äro post-devoniska, Seilandgångarna post-kaledoniska och Siksjöberget yngre än det äldre jotnium. Almunge, Fen och Norra Kärr hava efter Quensels påpekande, att nuvarande djuperoderade sektionsyta vid Almunge sammanfaller med den sub-kambriska landytans erosionsplan, bedömts som post-arkeiska och pre-kambriska, men säkra bevis härför saknas.

Alnön är bevisligen post-arkeisk, men dess övre åldersgräns har ej kunnat angivas. En av Lundbohm omnämnd gång av Alnö-karbonatit i jotnisk diabas vid Barseviks fiskläge har föredraganden funnit sannolikt vara karbonatrikt »svartvikitiskt» sen-differentiat ur samma diabas. Däremot har han påträffat en ovedersäglig Alnö-karbonatit-gång genomsättande jotnisk basalarkos sydväst om samma fiskläge, ävensom massor av Alnö-karbonatit-block i några vikar norr om Skeppshamns kapell mellan Alnö och Härnösand, varför ytterligare en alkalin förekomst av Alnö-typ måste finnas utanför kusten mellan Rödöns och Nordingrås jotniska områden.

Att Alnö-bergarterna utom den jotniska basalarkosen även genomslå de yngsta sura jotniska eruptiven finnes bevis för på Rödö, där en karbonatitgång skär över en porfyrgång, som i sin tur är yngre än en diabas, som genomslår rapakivin.

I en nyfunnen mäktig eruptivbreccia vid Hovid för den breccierande alnöiten rundade brottstycken av Åsby-diabas, medan å andra sidan Alnösundet en Åsby-diabasgång skär över en starkt karbonathaltig, Alnöbergarterna närstående, gång. Alnö-bergarternas gångsviter synas alltså nära förbundna med de sista basiska jotniska intrusionerna, vilket tyder på sen-jotnisk ålder och ett sannolikt intimt samband mellan denna åldersposition och den alkalina magmans genesis.

Den nya kartbilden av Alnön överensstämmer med HÖGBOMS i så måtto att området omgives av en fenitiseringszon av växlande bredd, uppkommen genom pneumatolytisk påverkan eller selektiv utsmältning. Därjämte hava emellertid observerats stora, helt eller delvis fenitiserade brottstycken, lokaliserade till områdets södra del, vilka brottstycken lokalt innesluta kärnor av opåverkad gnejsgranit. Genom uppmätning av kvartsens axelorientering har konstaterats en maximal avvikning av 15 % från motsvarande medelorientering i den i strykningsriktningen liggande gnejsgraniten utanför det alkalina området. Då därjämte strykningsriktningen överensstämmer. synas brottstycken av taket föreligga, som endast kunna vara obetydligt nedsänkta under sitt ursprungliga läge.

De av HÖGBOM som klumpvis inströdda koncentrationer angivna kalcit-karbonatiterna hava å den nya kartbilden visat sig ingå som delar i ett breccierande magmatiskt karbonatnät, gent emot vilket takbrott-styckena intaga samma läge som spridaren i munstycket till en stark vattenstråle. Karbonatet stupar mot centrum av det alkalina området, vilket senare utgöres av en koniskt mot djupet avsmalnande karbonatmassa, samlad kring de små öarna norr om Hörningsholm.

Kartbilden visar även hurusom den alkalina huvudmagman uppdelas i ett inre koncentriskt leucocrat område av juvitiska och urtitiska bergarter och ett yttre likaledes koncentriskt område av melanokrata melteigitiska och malignitiska bergarter, vilka genom hybridbergarterna tveitåsit och malignitisk melteigit övergå i feniten.

Av särskilt intresse är därvid att de juvitiska nefelinsyeniterna dels i stor utsträckning föra anortoklas i stället för ortoklas (anortojuviter), dels jämte bariumortoklas cancrinit i stället för nefelin (cancrinitjuvit).

Bergarternas »mise-en-place» är i sektion konfocoidal, liknande den som BACKLUND understrukit från Julianehaab och Umptek. Det understa basiska koniska skalet av jacupirangitiska och malmrika differentiat är i nuvarande höga erosions-sektion endast representerat av rundade brottstycken, synbarligen lösryckta från en och samma »vägglinie» djupare ned i magma-schaktet.

Utom dessa ultra-basiska differentiat återfinner man i gångform även andra utvecklings-sviter, såsom melanit-ouachititer, alnöiter, kimberliter, vibetoider, melanit-apatit-felser m. fl. av vilka en hel del icke tidigare beskrivits från Alnön. Medan i huvudmagman amfibol saknas nästan helt och hållet — ett förhållande redan uppmärksammat av HÖGBOM — så äro dessa gångbergarter ofta rika såväl på basaltiskt hornblände som på riebeckit. Slutligen förekomma en mångfald varierande karbonatitgångar, såväl sövitiska (kalcit) som beforsitiska (dolomit). Den alkalina necken är genomdragen av ett virrvarr av dessa olika gångtyper.

Den nya Alnö-kartan antyder följande utveckling:

1) Fraktionering av ett gnejstak över åtminstone centralt smältflytande alkalin magma med en övre likaledes central kalcitisk koncentration.

2) Plötslig utströmning av karbonatit-magma under högt tryck genom sprickorna och runt de större brottstyckena av taket.

3) Medryckandet av redan stelnade brottstycken av ultrabasisk magma från större djup genom den plötsliga stigningen av den nefelinrika magman vid tryckavlastningen.

4) Hastig stelning, särskilt av karbonatiterna, ledande till bildande av sekundära högtrycks-centra och därav följande sekundär gångbreccering.

En åldersbestämning av de olika breccierande gångarna inom själva »necken» har icke kunnat genomföras, men däremot har en uppfattning om den primära magmatiska tektoniken erhållits genom att studera de olika gångsystem som genomslå den omgivande gnejsgraniten upp till en mil från fenitgränserna. Hittills hava de undersökts norr, väster och söder om själva alkalina området, medan öarna österut återstå. Medan de basiska gångarna, alnöiter, melilit-basalter, tinguaiter och ägirinnefeliniter, vanligen intaga vertikala från eruptivcentrum radierande sprickägen, utgöra kalcit-karbonatit-gångarna delar av »cone-sheets» med gradvis ökad sidostupning, ju närmare de ligga centrum. Beforsitiska karbonatiter kunna intaga såväl radiellt som koniskt läge men hava i det senare fallet alltid brantare stupning än kalcitgångarna. Ett gemensamt drag för samtliga gångar är en tilltagande hydatogen lågtemperatur-karaktär ju längre bort från centrum de komma.

Om 17 % av gångarna, vilka i nuvarande erosionssnitt synas hava avlänkats genom strukturanvisningar i själva gnejsen, borttagas och de återstående 83 % inläggas i ett och samma sektionsplan, så finner man, att de konvergera mot ett bestämt, i vertikal led föga utdraget, djupcentrum, som för kalcit-gångarna är beläget 1—2 km under nuvarande erosionsyta och för dolomitgångarna 7—8 km. Dessa två djupcentra synas var för sig representera explosionsfoci, från vilka omgivande berggrund splittrats. Som de radierande gångarna vanligen skära över »cone-sheets», torde de förra representera magma från större djup än det som intagits av de karbonatitiska magmorna vid tiderna för explosionerna.

Gångarna bekräfta alltså uppsprängningen av en diatrem med följande stratifiering inom magmarummet:

Överst: Högspänd kalciumkarbonat-magma
Urtit- och juvit-magma
Melteigit och malignit-magma
Jacupirangit och ultrabasiska differentiat
Högspänd dolomitkarbonat-magma
Alnöit-magma
Underst: Melilit-basalt-magma.

Fältfakta tala för att det djupare dolomitcentret »exploderat» först sedan kalcitcentrets explosion försvagat kringliggande berggrund, ävensom att de icke stått i direkt förbindelse med varandra, då dolomitförande brottstycken icke återfunnits inom själva diatremet. Den dolomitiska karbonatbildningen kan eventuellt beteckna en efterföljande evolutionsfas, som först kommit till full utveckling, sedan den kalcitiska avslutats, och som ägt rum inom en genom föregående differentiation magnesia-anrikad djup-miljö. En indikation härpå utgör den senare evolutionsfasens bergarters skarpa kontakter med förtätningsfenomen gent emot den förras.

Några lavaströmmar torde icke hava förekommit vid diatremets bildning. Möjligen kan block av en nyfunnen bergart, nefelin-anortoklasporfyr, beteckna ett undantag från regeln.

Då en kalksyntes enligt DALY's teori som förklaring till Alnömagmornas uppkomst av många skäl synes utesluten mitt uppe i Norrlandskustens notoriskt kalkfria palingena gnejsgranit, måste förklaringen sökas från magmatisk utgångspunkt.

Vid närmare granskning finner man vare sig BOWEN's, HARKER's, SMYTH's eller HOLMES' olika förslag tillfredsställande i detta fall. Däremot kunna flera goda överensstämmelser mellan BACKLUNDS utveckling av teorin om den agpaitiska differentiationen av ijolitisk magma och nu gjorda iakttagelser konstateras, i vad rör den senare delen av differentiationsförloppet. Man tvingas därför att söka nya utgångspunkter och finner då dels att samtliga svenska alkalina förekomster uppträda i orogenetiskt ostörda resistensområden, dels att de samtliga äro lokalt nära förbundna med områden av jotnisk vulkanism. Detta i samband med den tidigare anförda åldersbestämningen av Alnön gör det sannolikt att de representera den avslutande magmatiska justeringen av den jotniska magmatiska epoken, vilken senare, såsom av föredraganden tidigare visats, karakteriseras av tensionssprickbildning i jordskorpan och av platåextrusioner eller lagerintrusioner vid hög nivå inom jordskorpan.

Kemiskt äro samtliga jotniska magmor i bjärt motsats till omgivande arkeikum karakteriserade av en exceptionellt hög halt av titan, fluor, barium, strontium, zirkon och kolsyra. Särskilt gäller detta Rödö-områdets bergarter invid Alnön. Samma kemiska komponenter äro också de karakteristiska för Alnö-bergarterna. Vi hava alltså inom Jotnium alla de mera sällsynta kemiska ingredienser, som genom selektion och koncentration kunna bilda de erforderliga kvantiteterna i Alnöbergarterna. Föredragandens undersökningar under senare år hava också visat en slående alkalin affinitet hos de basiska jotniska magmornas sen-differentiat med nefelin eller acmit i normen. Diabasdifferentiaten vid Noppikoski med 3 % primärt dolomitkarbonat stå exempelvis vissa Alnö-gångar mycket nära såväl kemiskt som mineralogiskt. De nyligen från Rödö-arkipelagen och Nordingrå beskrivna granat- och pyroxen-albititerna samt muskovit-kalcit-albitofyren, s. k. svartvikit, med upp till 11 % primär kalcit, äro klart kiselsyreomättade bergarter.

Om vi beträffande den sistnämnda göra tankeexperimentet att avlägsna större delen av CO_2 få vi en analys mycket nära överensstämmande med leukokratisk nefelin-kankrinit-syenit från Särna eller Kuolajärvi. Naturen kan under gynnsamma omständigheter omsätta detta tankeexperiment i handling genom förhöjning av temperaturen och sänkning av trycket.

Dessa gynnsamma omständigheter förelågo under den jotniska eruptivepoken dels i form av senare diabasintrusioners övervärme, vilken, såsom tidigare visats vid Hamraområdets undersökning, måste hava varit avsevärd, dels såsom tensionsspänningens vertikala tryckavlastning i jordskorpan. Bägge faktorerna var för sig och än mer deras samverkan måste förutsättas leda till dissociation av tidigare bildat karbonat och fluorit samt kolsyrans och fluorens migration mot tensionszoner med lägsta tryck. Även hittillsvarande bristfälliga experimentella kännedom om jämviktssystem med volatila komponenter berättigar till slutsatsen att därvid CaO migrerat med de volatila faserna, i den mån systemet närmat sig fluid karaktär.

Kolsyran kan även tänkas hava dissocierat ur rapakivin och ej enbart ur svartvikitiska diabasdifferentiat. På Norra Ulfön kan man direkt observera hur dylik dissociation ägt rum på avsevärt avstånd från kontakten mellan rapakivi och intruderad diabas. En annan teoretisk, ehuru ännu ej i fält observerad, möjlighet är intrusion av svartvikit i tidigare ur Åsbydiabasen differentierad peridotit (för beskrivning av den senare jmf. SOBRAL's avhandling över Nordingrå), vilken måste leda till utfällning av pyroxen och ytterligare desilicifiering av svartvikiten.

De nu framkastade möjligheterna förklara emellertid ej nöjaktigt Alnömagmornas kali-rikedom eller de på ett flertal ställen iakttagna kalcit-ortoklas och dolomit-ortoklas gångarna, tidigare beskrivna från Bergeforsen av föredraganden. Dolomiten i de senare gångarna antyder ett bildningsdjup motsvarande beforsiternas, d. v. s. minst 7—8 km under nuvarande dagyta.

Här finner Bowen's, på den tidiga kvartsutsöndringen i kvartsporfyrer baserade, antagande av alkalin utveckling genom bortförande av denna första kvartsgeneration tillämpning. Visserligen bestred Daly antagandet såsom stridande mot erfarenheten i vad gäller abyssiska magmor, men beträffande rapakivin är denna invändning felaktig, då en av rapakivigranitens mest utmärkande karakteristika är dess vackert idiomorfa första kvartsgeneration. Även om sp. vikts-balansen måste vara mycket känslig, föreligger intet teoretiskt hinder för kvartsens gravitativa separation, som dessutom måste underlättas av tidig koncentration av CO_2, resp. CO och F. Processens realitet bevisas bäst av förekomsten av syenitisk rapakivi inom de övre delarna av rapakivins lagerintrusioner inom Hamra-området.

Denna syenits magmatiska liv torde dels kunna hava förlängts i en rent alkalin differentiationsföljd genom exceptionell koncentrering av de flyktiga beståndsdelarna, dels hava remobiliserats genom diabasens överskottsvärme under magnesiumtillskott, ledande till bildande av ortoklas-dolomit-magma. Genom Geophysical Institutes senaste meddelanden vet man, att leucitfältet vid vattenhaltig ortoklas-smälta består upp till 2,000 atm. Tages även hänsyn till den jotniska tensionsspänningens minskande av vertikaltrycket, så skulle alltså leucitfraktionen kunna bestå stabil på ett djup motsvarande Alnöns lägre explosionscentrum. En tidig bildning av en leucitfraktion, aktualiserande en alkalin utvecklingslinie, är därför a priori möjlig, ehuru den följande stegringen av det inre trycket i samband med fortskridande kolsyrekoncentration och kiselsyreassimilation från magmaschaktets väggar och tak sannolikt skapat en senare ortoklas-nefelin-jämvikt.

Alnö-magmans ursprungliga bildning kan alltså bero på fyra samverkande faktorer:

1) Utdifferentiering av svartvikitiska restmagmor.

2) Reaktion mellan syenitiska och peridotitiska differentiat av basiska jotniska magmor.

3) Gravitativ separation av kvarts, ledande till syenitiska, leucitiska, karbonat- och fluor-rika rapakivi-differentiat.

4) Överskottsvärmet hos de jotniska diabaserna och dess koncentration genom volatil konvektionsströmning.

Som alla dessa faktorer äro verksamma vid jämförelsevis hög nivå, hava Alnö-bergarterna sålunda icke uppstått vid abyssiskt peridotitsskal-djup utan sannolikt vid basen av de jotniska intrusionerna. Därvid uppstår en foyaitisk magma, rik på kali, som genom sin samtidiga rikedom på flyktiga beståndsdelar måste hava utövat en kraftig »stooping»-verkan på överliggande arkeikum, varvid konvektionsströmmarna ständigt tillfört nytt värme och ny omättad magma till toppen av det uppåtskridande magma-schaktet.

Då fortskridandet fortgår samtidigt med gravitativ kristalldifferentiation av fältspat och nefelin uppåt och ferro-magnesium-mineral nedåt, bliva de successiva differentiationsstadierna registrerade som konfocoidala skal längs schaktets väggar. Härvid torde också medverka den av BACKLUND belysta rytmiska karaktären hos stooping-processen. Genom absorption av kiselsyra från väggar och tak bildas högtrycksmineralen granat och melilit, medan däremot wollastonit endast sparsamt förekommer i fältspatfria nefelinrika basiska differentiat. Frånvaron av experimentella data för här rådande jämviktssystem utesluta användandet av wollastoniten som tryck-temperatur-indikator, men frånvaron av kankrinit och närvaron av nefelin och kalcit tyda på lokal sänkning av tryck och temperatur under medeltalet i övrigt. Å andra sidan är inom högtrycks-maxima kankrinit-ortoklas-paragenesen realiserad, omgiven av den lägre tryck-kombinationen kalcit-nefelin-ortoklas. Utan att denna gång ingå på de olika mineral-parageneserna torde dock den stora roll som närvaron av CO_2 eller CO spelar böra understrykas. Hittills observerade parageneser överensstämma i regel icke med de experimentellt utarbetade jämviktssystemen, varför denna avvikelse från normal mineralfas-utveckling också måste fått vittgående följder för reaktionsserierna och magmadifferentiationen. Som ett exempel kan blott anföras att de hittills tillgängliga 10 alnöitanalyserna visa praktiskt taget horisontella alk-, al-, c- och fm-kurvor mellan Si 38 och 61, medan samtidigt CO_2-halten stiger från c:a 2 till c:a 8 viktsprocent.

Vid Alnön vidmakthölls den erforderliga magmatiska temperaturen så länge att magmaschaktet kunde borra sig upp till en punkt, där de extremt koncentrerade flyktiga beståndsdelarna sprängde det överliggande gnejstaket med eventuellt på detsamma vilande jotniska sediment. Den stora nedåtvända centrala karbonatit-konen, av vilken i dag endast själva toppen återstår, måste därvid hava representerat maximum av volatil koncentration, då den enbart innehåller de sällsynta jordartsmineralen knopit och pyroklor jämte andra ännu ej beskrivna. Det synes som om under det sista utvecklingsstadiet före explosionen den gravitativa separationen av fältspater och fältspatoider upphört och endast separationen av karbonat pågick.

Alnön är den enda svenska alkalina förekomst, som kan visas hava sprängt ut en diatrem medan de andra synas hava stelnat innan de nått jordytan. Särna skulle i så fall möjligen hava kommit längst upp att döma av dess höga kankrinithalt.

De dolomitiska karbonatiterna från Alnöns lägre explosionscentrum äro av särskilt intresse, då de tyda på enorma tryck, enär dissociationskurvan för $MgCO_3$ vid 900° C löper vid tusentals atmosfärer, medan den för kalciten håller sig vid en atmosfär. Detta antyder en magmatisk differentiation av dolomit såsom sådan eller också en dolomitisering av den basiska magmans pyroxener och oliviner uti denna maximala tryckzon. Ett bevis för att även den av BACKLUND påpekade inkongruenta smältpunkten av ägirin kan hava medverkat, ehuru dess roll ej varit ensamt utslagsgivande, återfinnes i de dolomitiserade kristaller och kristallfragment, som ryckts med i de dolomitiska gångarna.

Tidigare hava dessa gångar, oavsett att deras dolomitiska karaktär varit okänd, betraktats som av cirkulerande lösningar sekundärt karbonatiserade tingaitiska och alnöitiska bergarter, vilket emellertid motsäges av frånvaron av fenitiserings- och omvandlingsfenomen i gångkontakterna. Den dolomitiska lösningen måste alltså hava stelnat nästan momentant vid inpressningen i sprick-systemen samt har sannolikt mera haft karaktären av ett fluidum av huvudsaklig sammansättning (Ca, Mg) O — CO_2 — CO än av en smältlösning. Denna momentana konsolidering måste antagas sammanhöra med dissociationskurvans ögonblickliga underskridande vid tryckavlastningen.

Såsom tidigare framhållits återfinnes amfibol så gott som uteslutande i gångbergarterna från det nedre explosionscentret och ännu lägre nivåer. Samtidigt äro dessa bergarter ovanligt rika på biotit. En koncentration av vattnet synes i viss mån hava ägt rum nedåt — endast i förening med biotitens ortosilikatkomponent och som serpentin efter olivin förekommer det sparsamt i högre nivåer av magmaschaktet. Samma egendomliga kolsyreanrikning uppåt och vattenanrikning nedåt mot de basiska differentiaten synes även föreligga vid Fen-fältet — en fullständig omkastning mot vad som äger rum i normala reaktionsserier.

Till sist ställes frågan: Kan den genesis, som deducerats fram ur de nya iakttagelserna på Alnön användas vid förklaring av andra alkalina magmor och karbonatiter? I vissa fall synes så vara förhållandet, i andra fall icke. Man får ej förbise, att mekaniskt införande av sedimentär kalksten i kiselsyremättad magma i slutet rum teoretiskt bör leda till samma resultat som koncentration av kalcit genom magmatiska processer, även om de av TILLEY i obetydlig skala observerade alkalina bildningarna vid kontakterna vid Scawt Hill av honom snarare betraktas som ett bevis mot en bekräftelse av allmängiltigheten av DALY's kalksyntes-teori. Å andra sidan synes mig det hittills erhållna resultatet från Alnö hava lämnat en av fält- och laboratoriefakta stödd logisk och naturlig magmatisk förklaring, där samtliga erforderliga premisser hämtats inom området självt och ingen medverkan av obekanta agentier behövt tillgripas.

Då följaktligen liknande resultat kunna uppnås på olika vägar, måste i fortsättningen varje särskilt fall underkastas sin egen individuella prövning. En allmängiltig alkali-genetisk bergartsteori synes därför a priori osannolik.

I regel torde man, så att säga, hava tittat för djupt ner i jordskorpan vid efterforskningen av de alkalina magmornas födelseplats. En varning ger de tusende och åter tusende kalkkontakterna i vårt Fennoskandiska arkeiska granit- och migmatitområde, vilka samtliga utan undantag sakna varje spår av verklig alkalin tendens. Redan de alkalina magmornas sparsamma och kvantitativt obetydliga förekomst vittnar om att deras genesis är att söka i lokalt begränsat, sällsynt sammanträffande av flera olika nödvändiga faktorer under förhållanden, där en massutjämning icke kunnat förekomma. Detta pekar mot relativt hög nivå i jordskorpan inom stabilitetsområden.

Det antyder också att de alkalina bergarterna ej på grund av sin petrografiska likhet få antagas bundna till samma geologiska ålder. Däremot böra de — oberoende av åldern — tänkas i första hand återfinnas inom under tensionsspänning stående anorogena resistensområden vid slutet av arealeruptiva epoker. Vad Fennoskandia beträffar pekar detta på jotnium och perm.

Med anledning av föredraget yttrade sig hrr A. G. HÖGBOM, BACKLUND, QUENSEL och föredraganden.

Hr A. G. HÖGBOM ville först ge uttryck åt sin uppskattning av de många nya och viktiga iakttagelser, för vilka hr v. ECKERMANN i sitt intresseväckande föredrag över området i fråga redogjort. Det har helt naturligt för honom legat nära till hands att med utgångspunkter från dessa iakttagelser och från de nya synpunkter på områdets geologi och bergarter, som hans forskningar givit honom, söka tolka det omstridda sambandet mellan bergarternas uppträdande och genesis. Den differentiationsteori, som föredraganden därvid utvecklat, bygger emellertid på antaganden och premisser, som i betraktande av de många ovissa moment de innehålla, icke förefalla övertygande. Föredr. har också själv antytt, att åtskilligt i hans framställning vore att betrakta som hypotetiskt. För att här endast beröra frågan om kalkstenens och de till densamma gränsande och genom övergångsformer förbundna kalkspatförande nefelinbergarternas genetiska samband, som föredr. synes vilja tyda såsom uttryck för en mer eller mindre långt gången differentiation och helt och hållet endogena processer inom magman, synes den av andra forskare (t. ex. Brögger, Daly och Shand) företrädda meningen, att Alnöområdets och andra analoga nefelinbergartsområdens kalkstenar vore av exogent ursprung och de till kalkstenarna knutna kalkhaltiga nefelinbergarternas kalkspat genom assimilation tillförd magman, kräva en ingående prövning. H. ville för sin del, lika litet nu som i sitt alnöarbete av 1895, binda sig vid vare sig den ena eller andra tolkningen; men skulle snarast vara fortfarande böjd för att betrakta det senare betraktelsesättet såsom det mera sannolika, att kalkstenen alltså ursprungligen tillförts magman utifrån och införlivats med den så intimt, att den i sitt nuvarande skick fått fullständigt karaktären av magmabergart och delvis absorberats eller assimilerats av omgivande nefelinbergarters magma. Visserligen kan mot denna tolkning anföras, att i detta fall och beträffande en del andra områden några kalkstenar icke iakttagits inom den närmast omgivande berggrunden, något som man emellertid icke velat tillmäta avgörande betydelse, då våra iakttagelser äro begränsade till de tillfälliga snitt, som den nuvarande jordytan gör tillgängliga för oss. Till förmån för denna teori om kalkstenarnas exogena ursprung kan åter sägas vara det ofta iakttagna förhållandet, att nefelinbergartsområdena så gärna ansluta sig till omgivande kalkförande formationer (ex. Ontario), något som i betraktande av nefelinbergarternas sällsynthet och även kalkstenarnas vanligen underordnade roll inom den berggrund, där de förra uppträda, måste betraktas som en underlig tillfällighet, om de icke ha något med varandra att göra. Föredraganden förefaller mindre än förhållandena motivera ha uppmärksammat de exogena inflytelser, som ta sig uttryck i assimilation beträffande kalkstenarna och de vitt utbredda kalkspatförande nefelinbergarterna, liksom ock i dessas gränsfacies till omgivande urbergs silikatbergarter. Mot den frikostiga användningen — om den också har sina höga föredömen — av speciella bergartsnamn för allehanda varianter av nefelinbergarterna inom detta område, där dessa varianter, dels ha ett mycket begränsat lokalt uppträdande, dels också genom slirkontakter eller övergångsformer av andra slag blott te sig såsom tillfälliga bildningar i de mera dominerande typerna, kan man så mycket hellre ställa sig något reserverad, som det icke tagits hänsyn till den dock rätt fundamentala frågan om vad som är resultat av assimilationsprocesser och vad som skall återföras på differentiation i dessa nefelinbergarter och deras varianter. Föredr. har beträffande kalkbergarternas relation till omslutande nefelinbergarter framkastat, att det i vissa fall (såsom enligt hans mening på Alnön) rörde sig om endogena kalkstenar, genom differentiation och kemiska processer bildade ur den magma, vars bergarter omsluta dem; i andra fall åter om kalkstenar, utifrån inkomna i magman. Då båda tolkningarna var för sig erbjuda svårigheter, varom litteraturen i ämnet bär nogsamt vittnesbörd, så kan man icke säga, att föredragandens förslag, som låter oss räkna med två motsatta antaganden, innebär någon lättnad — vilket emellertid icke kan andras såsom något särdeles vägande argument mot honom.

Hr Backlund uttryckte sin stora tillfredsställelse över att värmeproblemet (»superheat») s. a. s. satts i centrum av den framförda framställningen. I själva verket betyder en upptransport av basaltiska bergarter, vars kristallisationstemperaturer med 300—400° överstiga underlagets begynnande likvefaktioner, en oerhörd och stegrad värmetransport uppåt jämte de geotermiska gradienternas skarpa induktionskonvergens mot den dåvarande dagytan vid punkter för basaltens största anhopning. Inom Fennoskandia kunna tre tidsmoment för dylika mer eller mindre lokala värmetransporter uppåt av rel. stora mått f. n. identifieras: 1) den post-gotokareliska molasstiden: jotniska och subjotniska doleriter; 2) den post-kaledoniska molasstiden: postsiluriska »diabaser» av olika — även åsbytyper; 3) den postvariskiska molasstiden: Oslofältets varierande essexiter (och rombporfyrer), Lujavr-Urts (?) augitporfyriter och anslutande effusiver, i mångt och mycket ursprungligen identiska med doleriter (även av »åsbytyp»). Eventuella typiska alkalibergarter äro i varje av de uppräknade fallen som följdföreteelse *yngre* än de resp. värmealstrande »basalterna»; en desintegration av de värmeallierade »basalterna» från den anslutande alkalisvitens sida måste på grund av den deklinerande värmehushållningen jämförd med »basaltens» initialvärme (= kristallisationstemperatur) ha ägt rum på annat sätt än genom enkel »uppsmältning». Glatt genomskärande yngre »basalter» kunna till följd av deras tre ovannämnda mise-en-place-tillfällen svårligen bidraga till en koncisare åldersbegränsning, liksom även det mer eller mindre markerade reliefuppträdandet föga bidrager till åldersproblemets lösning, emedan detta senare i huvudsak är avhängigt av den dåvarande och efterföljande lokala expositionen. — Den nedåt koncentriskt eller konfokalt stupande koniska gränsytan hos de nu behandlade alkalibergarternas fältförekomst är kanske ej fullt jämförbar med en våldsam spräng- eller explosionsinverkan, utan snarare med en systematiskt utbyggd skäryta (jmf. de bägge över varandra liggande karbonatitiska »cone-sheets»), för vilken uppfattning talar den bibehållna rymdorienteringen hos det i konen fritt liggande gnejsblocket; det har tidigt isolerats från omgivningens modergnejs och tack vare sin position inom konen utsatts för inverkan (nedifrån) av helt annat slag och annan intensitet än konens ytterväggar. — En jämförelse av Fennoskandias alkaliförekomster, oavsett deras osäkra (i flera fall) åldersställning, från Fen- och Oslofältet över Norra Kärr och Almunge fram till Umptek (Chibinä) och Lujavr-Urt visar hos dem i stort många allmänna gemensamma drag, men i detalj har var och en sitt individuella ansikte; de gemensamma dragen skulle man vilja tillskriva den förutnämnda »superheat»; de individuella dragen äro ej endast betingade genom en varierande mångfald av konstituerande delbergarter — tal. ville i förbigående uttrycka sin tillfredsställelse över mångfalden av de nya namnen ej blott för denna lokal, utan även för tidigare beskrivna lokaler, ej därför att därmed petrologiestuderande beredas ett utökat memoreringsarbete, utan därför att därmed kommer till uttryck den enorma arbetsmängd och energiutveckling, som även i betraktande av riklig tillgång på flyktiga beståndsdelar presterats av den s. k. differentiationen inom ett rel. snävt begränsat område, i detta fall mellan 3 000 och 7—8 000 m:s djup —, utan genom vissa bergartskombinationer, som kvalitativt och kvantitativt äro karakteristiska för de olika lokalerna. Grönland (Ilimausak), S. Afrika (Palabora, Pilansberg) ha var och en sina egna kombinationer. För att hålla sig till Fennoskandia, så kunde väl med god rätt för Umptek och Lujavr-Urt uppställas för dem enbart karakteristiska typkombinationer, som i mångfald och kvantitet överträffa såväl Alnö som Fen. Att kalkstensinsmältning för själva uppkomsten av alkaliniteten (»Sippe») eller mångfalden ej kan ha spelat någon roll, synes kanske bäst därav, att i Kola-halvöns huvudmassiv kalcit (jämte kvarts) är det sällsyntaste mineralet, som endast underordnat spårats som utlakade hålrum, problematiska negativa kristaller (= »elaterit»). Man är frestad att tillskriva den omgivande berggrundens (och takets) olika beskaffenhet — på Kolahalvön är den synnerligen starkt varierande — det avgörande inflytandet på typutbildningen av lokalerna. — I det vackert förgrenade stamträdet för »differentiationsförloppet» konstaterar tal. med tillfredsställelse att sidoberget (gnejs, Härnögranit) har mer än ett finger i sidled med i spelet; däremot torde väl huvudstammen ovanför »superheat» vara helt hypotetisk, för att ej säga problematisk, ty de nödvändiga natron- och Al-mängderna för grenarna ovanför kunna knappast suppleras från detta håll. Den kännbara kalibristen vid dylikt »differentiationsförlopp» suppleras som nödfallsutväg från rapakivihållet, vilken förbindelsestam även är helt hypotetisk. Ty dessa konnektioner avgöras ej endast av behovet vid »differentiationsteoretiska förlopp», utan även och i huvudsak av den geologiska situationen i fält från lokal till lokal.

Föredraganden ville gent emot hr Högbom understryka, att de premisser föredraganden byggt på i allt väsentligt vore grundade på faktiska observationer och av andra forskare verifierade laboratorieexperiment. Det enda som hittills saknar varje observationsbelägg är samverkan mellan peridotit och svartvikitmagma, vilken samverkan emellertid ej är nödvändig för differentiationsförloppet, men teoretiskt måste leda till samma resultat som huvudreaktionerna.

Beträffande övergångsformerna, ringiter, hollaiter, kåseniter m. fl. hade föredraganden redan framhållit att desamma såväl kunde vara hybrid- som differentiationsprodukter, vilka dock icke kunde skymma den stora allmängiltiga indelningen i ett melanokratiskt yttre koniskt skal och ett inre leucokratiskt, vilken fördelning är den för dissociationen avgörande och icke förenlig med Daly's kalk-syntes-teori. Senaste tiders forskning har dessutom visat att flera av Daly's som bevis för kalksyntes anförda lokaler feltolkats och snarare utgöra bevis för motsatsen. Tiden har ej denna gång tillåtit att upprepa hela den granskning av de exogena betingelsernas inflytande på kalkassimilation, som av föredraganden framlades vid British Associations årsmötes 1938 diskussion i denna fråga med föredraganden som inledare, varför han måste begränsa sig till att understryka att full hänsyn tagits härtill och att därvid endast bekräftats osannolikheten av en kalksyntes vid Alnö. Vad användningen av speciella bergartsnamn och kreerandet av nya sådana beträffar, så har föredraganden funnit det vara ett nödvändigt ont för att kunna sammanhålla och koncentrerat angiva de olika mineralparageneserna, då ju detta Alnö-arbete ej endast är ett genetiskt tolkningsförsök utan därjämte avser att såväl utreda de fysikaliskt-kemiska betingelserna för de olika parageneserna, antingen de äro differentiat eller hybrider, som att fullständiga kännedomen om de ingående mineralens optiska och kemiska data samt dessas variationer i olika parageneser. Gent emot hr Backlunds inlägg, som ju lämnar flera värdefulla hållpunkter vid Alnöproblemets fortsatta behandling, ville föredraganden endast framhålla, att oavsett den hypotetiska alkalina differentiationsutvecklingen från rapakivisyeniten, svartvikit-rest-differentiatet, som bevisligen endogent utgått från doleriten, koncentrerat en förbluffande hög kalihalt, som enbart vore tillräcklig för att förklara nefelinsyenitmagmans kalihalt, om svartvikiten förekommit i tillräcklig mängd. Då de hittills observerbara mängderna svartvikit kvantitativt ej räcka till, har rapakivisyeniten, vars existens är oomtvistlig, tillgripits som en logisk hjälphypotes, stödd dels av den direkt observerbara kalcit-dissociationen på Ulfö inom området för doleritens överskottsvärme; dels av karbonat-ortoklas-gångsystemen.

Geolognytt.

I överensstämmelse med Föreningens beslut på mötet den 2 februari kommer en geologisk exkursion att anordnas instundande maj månad på dag och enligt program, som kommer att meddelas i samma ordning som kallelser till Föreningens sammanträden.

Geokronologiska institutet vid Stockholms högskola har ur Wenner-Grenska Fonden erhållit ett anslag av 11 000 kronor för tryckning av Geochronologia Suecica.

Docent Harry von Eckermann har kallats till Foreign Correspondent och prof. Erik Stensiö till Foreign Fellow of the Geological Society of London.

Naturforschende Gesellschaft, Schaffhausen, håller den 11 och 12 mars 1939 ett möte för behandling av Grönlands geologi.

Enligt uppgift i dagspressen har fil. lic. Nils Brundins och docent Sven Palmquists geokemiska metod för malmletning förvärvats av ett under bildning varande bolag, Svenska prospekterings-A. B., till vilket de båda uppfinnarna komma att bli knutna.

Den 23 februari visades på Riksmuseets mineralogiska avdelning för ett antal intresserade en guldklimp från Klondyke, vägande 2 246 g och med en beräknad mängd finguld av 1 187 g. Nuggeten, som är en av de största, som påträffats i Klondyke, har inköpts av den svenska New York-utställningen och är avsedd att utställas där tillsammans med guld- och silvertackor från Boliden, varefter den kommer att som gåva överlämnas till Riksmuseum. Eftersom den aldrig omtalats i facklitteraturen, kommer en kort notis med närmare uppgifter om denna nugget att införas i nästa häfte av Förhandlingarna.

N:r 322. Jan.–Febr. 1939

ANNONSBILAGA

TILL

GEOLOGISKA FÖRENINGENS FÖRHANDLINGAR.

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNINGS SENAST UTKOMNA PUBLIKATIONER ÄRO:

Ser. Aa. Geologiska kartblad i skalan 1 : 50 000 med beskrivningar.

			Pris kr.
N:o	168	*Malingsbo* av A. Högbom och G. Lundqvist 1930	4,00
»	169	*Slite* av H. Munthe, J. E. Hede och G. Lundqvist 1928	4,00
»	170	*Katthammarsvik* av H. Munthe, J. E. Hede och G. Lundqvist 1929	4,00
»	171	*Kappelshamn* av H. Munthe, J. E. Hede och G. Lundqvist 1933	4,00
»	172	*Lugnås* av G. Lundqvist, A. Högbom och A. H. Westergård 1931	4,00
»	173	*Göteborg* av R. Sandegren och H. E. Johansson 1931	4,00
»	174	*Karlstad* av N. H. Magnusson och R. Sandegren 1933	4,00
»	175	*Nya Kopparberget* av N. H. Magnusson och G. Lundqvist 1932	4,00
»	176	*Storvik* av B. Asklund och R. Sandegren 1934	4,00
»	177	*Grängesberg* av N. H. Magnusson och G. Lundqvist 1933	4,00
»	179	*Forshaga* av R. Sandegren och N. H. Magnusson 1937	4,00
»	180	*Fårö* av H. Munthe, J. E. Hede och G. Lundqvist 1936	4,00
»	181	*Smedjebacken* av G. Lundqvist och S. Hjelmqvist 1937	4,00

Ser. Ba. Översiktskartor.

N:o	12	Kvartärgeologisk karta över Stockholmstrakten. Skala 1 : 50 000. 1929.	5,00
		Stockholmstraktens kvartärgeologi, av G. De Geer. Beskrivning till kvartärgeologisk karta över Stockholmstrakten. Bilaga med specialundersökningar. With English explanations. 1932	3,00

Årsbok 30 (1936).

N:o	394	Westergård, A. H., Paradoxides œlandicus Beds of Öland, with the Account of a Diamond Boring through the Cambrian at Mossberga. With 12 Plates. 1936	3,00
»	395	Asklund, B., Zur Kenntnis der jämtländischen Ogygiocarisschieferfauna. Mit 2 Tafeln. 1936	1,00
»	396	Brotzen, F., Foraminiferen aus dem schwedischen, untersten Senon von Eriksdal in Schonen. 1936	4,00
»	397	Lundqvist, G., Sjöarnas transparens, färg och areal. Zusammenfassung: Transparenz, Farbe und Areal der Binnengewässer. 1936	0,50
»	398	Thorslund, P., Siljansområdets brännkalkstenar och kalkindustri. Med 3 tavlor. 1936	3,00
»	399	Assarsson, G., Die Entstehungsbedingungen der hydratischen Verbindungen im System CaO—Al_2O_3—H_2O (flüssig) und die Hydratisierung der Anhydrokalziumaluminate. 1936	4,00
»	400	Asklund, B., Die Fauna in einem Geschiebe aus der Trinucleusstufe in Jämtland. Mit 2 Tafeln. 1936	1,00
»	401	Magnusson, N. H., Berggrunden inom Kantorps malmtrakt. Med en tavla. Summary: The veined Gneisses of the Kantorp Ore district. 1936	2,50
»	402	Asklund, B., Frösöns submoräna avlagringar. Prel. meddelande. Resumee: Die submoränen Ablagerungen der Insel Frösön in Jämtland. 1936	0,50
»	403	Ekström, G., Upper Didymograptus shale in Scania. With 11 plates. 1937	2,50
»	404	Gavelin, Sven, Auftreten und Paragenese der Antimonminerale in zwei Sulfidvorkommen im Skelleftefelde, Nordschweden. 1936	0,50

Årsbok 31 (1937).

N:o	405	Lundqvist, G., Sjösediment från mellersta Norrland. Indalsälvens, Ångermanälvens och Umeälvens vattenområden. Resumee: Binnenseesedimente aus dem mittleren Norrland. Die Fluss-systeme des Indalsälven, Ångermanälven und Umeälven. 1936	2,50
»	406	Linnell, T., Om tertiära vedrester av Sequoia-typ i nordöstra Skånes kvartärformation. Med 2 tavlor. Zusammenfassung: Tertiäre Holzreste von Sequoia-Typus als Geschiebe in Schonen gefunden. 1936	1,00
»	407	Sahlström, K. E., Jordskalv i Sverige 1931—1935. Med en karta. Resumee: Erdbeben in Schweden 1931—35. 1936	1,00
»	408	Lundqvist, G., Sjösediment från Rogenområdet i Härjedalen. Zusammenfassung: Binnenseesedimente aus dem Rogengebiet in Härjedalen. 1937	2,00
»	409	Thorslund, Per, Kvartsiter, sandstenar och tektonik inom Sunneområdet i Jämtland. 1937	0,50
»	410	Thunmark, Sven, Über die regionale Limnologie von Südschweden. Mit 1 Tafel. 1937	3,00

Årsbok 32 (1938).

N:o	411	Larsson, W., Die Svinesund—Kosterfjord-Überschiebung. Ein Beitrag zur postgranitischen tektonischen Geschichte des nördlichsten Bohuslän. 1938	1,00
»	412	Arrhenius, O., Upplysningar till en karta över den gotländska åkerjordens fosfathalt. Med en karta. Summary: The Phosphate content of the soils of the Isle of Gotland. 1938	2,00
»	413	Hjelmqvist, S., Über Sedimentgesteine in der Leptitformation Mittelschwedens. Die sogenannte »Larsboserie». 1938	1,00
»	414	Lundqvist, G., Klotentjärnarnas sediment. Zusammenfassung: Die Sedimente der Klotenseen. 1938	1,00
»	415	Thorslund, P. and Westergård, A. H., Deep boring through the Cambro-Silurian at File haidar, Gotland. Prel. report. With 4 plates 1938	2,00
»	416	Du Rietz, T., The injection metamorphism of the Muruhatten region and problems suggested thereby. 1938	2,00
»	417	Asklund, B., Hauptzüge der Tektonik und Stratigraphie der mittleren Kaledoniden in Schweden. Mit 1 Tafel. 1938	2,00
»	418	Magnusson, N. H., Neue Untersuchungen innerhalb des Grängesbergfeldes. Mit einer Karte. 1938	2,00
»	420	Lundqvist, G., Sjösediment från Bergslagen. (Kolbäcksåns vattenområde) 1938	2,50

Ser. Ca.

N:o	24	Geijer, Per, Norbergs berggrund och malmfyndigheter. Med 6 tavlor. Summary: Geology and ore deposits of Norberg. 1936	8,00
»	25	Molin, K., A general earth magnetic investigation of Sweden carried out during the period 1928—1934 by the Geological survey of Sweden. Part 1. Declination. With 4 plates. 1936	10,00
»	28	Geijer, Per, Stripa odalfälts geologi. Med 3 tavlor. Summary: Geology of the Stripa mining field. 1938	6,00

Distribueras genom *Generalstabens Litografiska Anstalt. Stockholm 1.*

Fil. Dr NAIMA SAHLBOM

Speciallaboratorium

för

Mineral-, Bergarts- och Vatten-analyser.

Radioaktivitetsmätningar m. m.

Telefon 10 33 72

Eriksbergsgatan 13 Stockholm

Sveriges Geologiska Undersökning

Serie C, N:r 1—367. Stockh. 1868—1931.
Av denna i komplett skick ytterst sällsynta svit finnes f. n. ett ex. att tillgå, till kronor 900: —.

Stort urval av geologiska böcker och avhandlingar.

Geologiska och ekonomiska kartor i rik sortering.

BJÖRCK & BÖRJESSON

ANTIKVARIAT-BOKHANDEL

62 Drottninggatan. Stockholm

Härmed riktas en allvarlig uppmaning till författarna i Geol. Föreningens Förhandlingar att avlämna tydliga, slutgiltiga och väl genomsedda samt helst maskinskrivna manuskript.

Särskilt bör uppmärksamheten ägnas åt strängt genomförd konsekvens beträffande skrivningen av namn, latiniserade ordformer och tekniska uttryck, samt åt stilformernas riktiga betecknande (*kursiv*, spärrad, KAPITÄLER). Kursivstil användes blott för latinska namn (ej för att understryka vikten av visst textinnehåll). Spärrad stil användes för att framhäva vissa ord eller meningar i texten. Kapitäler användas för alla personnamn. I manuskriptet utmärkes:

spärrning med ~~~~~~~~~~
KAPITÄLER » ═══════
kursiv » ───────

Konsekvens i förkortningar är i hög grad önskvärd. Följande detaljer kunna uppmärksammas:

km dm m (antikva utan punkt).

dr (doktor), prof. (professor), hr (herr).

Titel angives blott första gången författare citeras, men upprepas j onödigtvis.

Korrekturläsning åligger förf. Red.

Diamond Core Drilling
Cement Grouting

Contractors
and
Manufacturers of machinery

Svenska Diamantbergborrnings
Aktiebolaget
Kungsgatan 44
Stockholm C.

GEOLOGICAL
and
GEOPHYSICAL PROSPECTING
FOR ORE AND OIL

by means of
Electrical, Magnetic, Gravimetric,
Seismic Methods

AKTIEBOLAGET ELEKTRISK MALMLETNING
(The Electrical Prospecting Company)
Kungsgatan 44, Stockholm, Sweden.
Write for Publications.

Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar utkomm med 4 häften årligen. Prenumeration mottages genom Nordiska bokhandeln, Stockholm. Genom samma bokhandel kan även i mån a tillgång erhållas:

	Generalregister till	Generalregister till
Bd 1—31 à 20 kr.	Bd 1—5 à 3 kr.	Bd 22—31 à 6 kr.
› 32 › 60 ›	› 6—10 › 4 ›	› 32—41 › 6 ›
› 33—60 › 20 ›	› 11—21 › 6 ›	› 42—50 › 6 ›

Lösa häften av alla banden till pris beroende på häftenas omfång.

Medlemmar av Föreningen erhålla genom skattmästaren de äldre banden av Förhandlingarna och Generalregistret till hälften av det ovan upptagna bokhandelspriset. Å lös häften lämnas ej prisnedsättning. (Styrelsens beslut d. $^{27}/_{10}$ 1922.)

Geologiska Föreningens sekreterare, Docenten G. Troedsson, träffas i Föreningen angelägenheter å Riksmuseets Paleozoologiska Avdelning, månd. och lörd. kl. 13 — 1 Tel. 33 63 40, samt i bostaden Bragev. 29, Djursholm, Tel. Djursholm 10 10. Efter överenskommelse per telefon kan sekreteraren även träffas å Stockholms Högskolas Geologisk Institut.

Föreningens **ordinarie möten** äga rum första helgfria torsdag i månaderna februari, mars, april, maj, oktober, november och december. Dagen för januarimötet bestämmes decembersammankomsten. Anslag om föredragningslistan finnas minst 3 dagar före sammanträdet uppsatta på anslagstavlorna å följande offentliga institutioner: Stockholms Högskola Tekniska Högskolan, Bergshögskolan, Jernkontoret, Sv. Geol. Undersökning, Statens Meteorologisk Hydrografiska Anstalt, Statens Skogsförsöksanstalt, Statens Järnvägars Geotekniska avd., Upsal Univ:s Geolog., Geogr., Paleont. och Växtbiol. inst. samt Lunds Univ:s Geol. inst.

Personlig kallelse till sammanträdena utfärdas på därom gjord framställning til sekreteraren.

Häftena utdelas sammanträdesdagarna i januari, mars, maj och november.

Uppsatser, avsedda att införas i Förhandlingarna, insändas till Föreningens sekreterare Riksmuseum, Stockholm 50. Åtföljande tavlor och figurer böra vara fullt färdiga til reproduktion, då de jämte uppsatsen sändas.

I Förhandlingarna må uppsatser — förutom på skandinaviskt språk — införas på engelska, franska eller tyska; dock vare författare skyldig att i de fall då Styrelsen anser sådant önskvärt bifoga en resumé på skandinaviskt språk.

Därest korrektionskostnaderna för införd uppsats uppgå till mera än 16 kronor p tryckark, vare författare skyldig att erlägga det överskjutande beloppet, såvida det uppgå till minst 10 kr. pr uppsats.

Författare erhåller gratis 75 separat av införda uppsatser.

Referat honoreras sålunda (Fören. beslut $^{7}/_{12}$ 1911):

1:sta sidan eller del därav	. . . .	efter 20 öre pr tryckrad.
2:dra › › › ›	. . . .	› 15 › › ›
3:dje › › › ›	. . . .	› 10 › › ›

Följande sidor honoreras icke.

Anmälan om **föredrag** göres i god tid hos sekreteraren.

Ledamöternas årsavgifter, vilka enligt § 7 av Föreningens stadgar skola vara inbetald senast den 1 mars, insändas till Föreningens skattmästare, Dr K. E. Sahlström, Sverige Geologiska Undersökning, Stockholm 50, till vilken Föreningens ledamöter även tord insända uppgifter om ändringar av adresser och titlar. Årsavgifter, som ej äro inbetald den 1 mars, är skattmästaren skyldig att ofördröjligen inkräva.

Årsavgiften utgör kr. 15: —, avgift såsom ständig ledamot kr. 200: —. Ledamot som under en följd av minst 20 år erlagt årlig ledamotsavgift, kan bliva ständig ledamo mot en avgift av kr. 100: —.